

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Кучмы Анатолия Евдокимовича
на диссертацию Тимофеева Виктора Евгеньевича на тему: «Динамика скирмионных кристаллов в подходе стереографической проекции», представленную на соискание
ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.3 Теоретическая физика

Тематика диссертации В.Е.Тимофеева связана с исследованием магнитной структуры тонких пленок магнитных материалов и соответствующих динамических свойств таких систем. Целью диссертации является разработка удобного метода описания многоскирмионных конфигураций в магнетиках и его применение к исследованию как равновесных свойств, так и возбужденных состояний скирмионного кристалла. В основу такого метода в диссертации положен подход стереографической проекции, позволяющий описывать конфигурации локальной намагниченности на языке функций комплексной переменной.

Равновесные свойства рассматриваются в первой главе диссертации. Здесь представлена исследуемая модель двумерного ферромагнетика с взаимодействием Дзялошинского-Мории во внешнем магнитном поле. В этой модели построено описание одиночного скирмиона, являющееся обобщением ранее известного результата для приближения, в котором учитывается только обменное взаимодействие. Используемый в работе подход позволил рассмотреть также взаимодействие между скирмионами. Показано, что в плотно упакованных структурах, помимо парного отталкивающего взаимодействия, возникает притягивающее взаимодействие троек скирмионов. С учётом этих взаимодействий получено выражение для плотности классической энергии в рассматриваемой модели и рассчитаны оптимальные параметры решеточной конфигурации скирмионов в зависимости от величины внешнего магнитного поля.

Во второй главе диссертации рассматриваются динамические характеристики системы скирмионов. Построено квазиклассическое описание динамики систем магнитных скирмионов в подходе стереографической проекции. Получена система дифференциальных уравнений для элементарных возбуждений в мультискирмионных конфигурациях. В построенном формализме рассчитана зонная структура спектра возбуждений скирмионного кристалла и исследована ее зависимость от внешнего магнитного поля. Как важный общий результат работы следует отметить единство описания статической конфигурации, представленного в первой главе диссертации, и последующего описания динамики в рамках используемого подхода. Оно выражается в

том, что полученное в диссертации уравнение для собственных мод содержит стереографический образ равновесной конфигурации.

В качестве замечаний по работе следует отметить, прежде всего, имеющиеся небрежности и неточности при изложении материала. Так, например, некорректным является приведенное выражение (1.10) для энергии диполь-дипольного взаимодействия. В правой части формулы (1.6) должен быть знак “минус”, а величина B в (1.7) не определена явно. При получении выражений (1.21) и (1.24) варьировать необходимо не плотность энергии, как пишет автор, а полную энергию. При этом было бы оправдано привести подробный вывод уравнений (1.21) и (1.24), не ограничиваясь только словами вроде “варьируя, получим”. Решение уравнения (1.27) в области больших значений x действительно имеет вид $\kappa \sim \sqrt{bx} K_1(\sqrt{bx})$, при этом, однако, $\kappa \sim (bx)^{1/4} e^{-\sqrt{bx}}$, а не $\kappa \sim (bx)^{1/4} e^{\sqrt{bx}}$, как написано в работе.

Отмеченные огрехи, как и другие подобные места в тексте, не являются, конечно, украшением работы. Они, однако, не влияют существенно на основные результаты и выводы диссертации. Полученные в диссертации научные результаты являются новыми и представляют несомненный интерес. Эти результаты опубликованы в научных журналах и были представлены на нескольких конференциях. Проведенное В.Е.Тимофеевым исследование может послужить хорошей основой для дальнейшего изучения динамических свойств мультискирмионных систем и формулировки конкретных предложений по экспериментальной проверке соответствующих выводов таких исследований.

Диссертация Тимофеева Виктора Евгеньевича на тему: «Динамика скирмионных кристаллов в подходе стереографической проекции» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Тимофеев Виктор Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3. Теоретическая физика. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета,
доктор физико-математических наук, профессор,
профессор кафедры статистической физики СПбГУ



А.Е.Кучма

21 ноября 2022 г.