

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кривцовой Анастасии Владимировны  
«Фазовые состояния и спектры элементарных возбуждений  
негейзенберговских изотропных и обменно-анизотропных магнетиков»,  
представленной на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук  
по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния

Упорядоченные структуры, демонстрирующие уникальные магнитные свойства, находятся в центре внимания исследователей, благодаря их огромной потенциальной востребованности в разнообразных технических приложениях (спинтронике, оптоэлектронике и т.д.) и большого теоретического интереса к необычным магнитным эффектам в таких структурах. К магнитоупорядоченным системам относятся, например, либо сильно анизотропные магнетики, либо магнетики с биквадратичным обменным взаимодействием. В этих материалах (их называют иногда, несколько условно, квантовыми магнетиками или негейзенберговскими магнетиками) квантовые флуктуации не малы и приводят к существенным отклонениям от стандартной картины магнитного упорядочения, для которой характерно постоянство длин магнитных моментов подрешеток. Детальное исследование магнитных структур таких объектов является необходимым этапом при создании новых материалов и устройств. Диссертационная работа Кривцовой А.В. посвящена актуальной проблеме – исследованию фазовых состояний негейзенберговских ферро-, антиферро- и ферримагнетиков. При этом соискателем основное внимание уделено изучению возможности реализации особых фазовых состояний, при которых среднее значение спина на узле равно нулю, однако наблюдается спонтанное нарушение вращательной симметрии, возникающее вследствие учета высших спиновых инвариантов для систем со спином магнитного иона больше половины.

Автором диссертационной работы впервые получен целый ряд интересных результатов. Так, подробно исследовано влияние межионной анизотропии на формирование дипольных и тензорных фаз как в

одноподрешеточном, так и в двухподрешеточном негейзенберговском магнетике. Впервые обнаружено нематическое состояние особого типа – угловой нематик, возникающее за счет анизотропии биквадратичного обменного взаимодействия. Подробно изучены фазовые переходы между нематическими и дипольными фазами.

Важные результаты получены при исследовании негейзенберговского ферримагнетика. Учет биквадратичного обменного взаимодействия в одной из подрешеток (со спином  $S = 1$ ) приводит к тому, что в системе возможна реализация двух фазовых состояний: ферримагнитной и квадрупольно-ферримагнитной. Причем, в квадрупольно-ферримагнитной фазе, за счет больших квантовых (но не тепловых) флуктуаций возможна реализация линии (точки) компенсации спинов, так что в окрестности этой линии (точки) система ведет себя «антиферромагнитно». Автором показано, что динамика такого ферримагнетика определяется продольной ветвью возбуждений, связанной с квадрупольными параметрами порядка.

Достоинством работы А. В. Кривцовой является то, что практически все результаты исследования получены аналитическими методами, это говорит о фундаментальном характере исследования.

Достоверность основных результатов диссертации не вызывает сомнений, так как они получены путем применения надежно зарекомендовавших себя методов, а также подтверждаются строгостью использованного подхода к решению задач. Здесь уместно напомнить, что основы подхода, который использует соискатель, закладывались отечественными физиками ещё в 80-е годы прошлого века, поэтому представленную к защите работу следует рассматривать как развитие традиционной отечественной области физических исследований.

По прочтению автореферата возникли некоторые замечания.

1. Практически не дано физического объяснения явлению сверхбыстрого переворота намагниченностей подрешеток под действием лазерного импульса, о котором было сказано во введении.



2. Использование термина «динамика» для рассматриваемых фазовых переходов неправомерно, так как никаких исследований с решением по времени не было.
3. В оформлении автореферата допущено небольшое число неточностей, описок и неудачных формулировок. Приведу только несколько примеров. На стр. 11 «с *учтом* *возможностью* разбиения на две подрешетки», на стр. 15 «В подрешетке со спином *единиц* учитывается».

Приведенные замечания не касаются существа работы и значения полученных результатов. Основываясь на тексте автореферата и списке публикаций Кривцовой А.В. считаю, что диссертация отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, а её автор заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Ведущий научный сотрудник отдела турбулентности  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Федеральный исследовательский центр  
«Морской гидрофизический институт РАН»  
доктор физико-математических наук  
старший научный сотрудник Чухарев Александр Михайлович

04.10.2021 г.

Капитанская ул., д. 2, г. Севастополь, 299011. Тел./факс (8-692) 54-52-41,  
**E-mail:** office-mhi@mail.ru

«Подпись заверяю»

Ученый секретарь  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Федеральный исследовательский центр  
«Морской гидрофизический институт РАН»  
кандидат физико-математических наук



Алексеев Д.В.