

ОТЗЫВ

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

Разложение по инвариантам обменной энергии магнитного кристалла со спинами на узлах $S > 1/2$ кроме билинейного по спинам гейзенберговского слагаемого может содержать высшие по спинам члены, инвариантные относительно вращений в спиновом пространстве. Кроме того, для систем с высшими спинами из-за сильного спин-орбитального взаимодействия энергия кристалла содержит магнитоанизотропные члены, сравнимые по величине с обменными (изотропными) взаимодействиями. Физические свойства таких негејзенберговских материалов конкретизируются мультипольными параметрами порядка. Работа А.В. Кривцовой посвящена теоретическому исследованию нового класса изотропных и анизотропных негејзенберговских магнетиков со спиновыми состояниями $S = 1, 1/2$. Актуальность диссертации обусловлена необходимостью развития теории, объясняющей новые свойства практически важных, но малоисследованных материалов.

В работе проанализированы фазовые состояний и линейные моды в одноподрешеточном ферромагнетике и двухподрешеточном антиферромагнетике со спинами магнитных ионов $S = 1$. Кроме того, найдены фазовые диаграммы и спектры малых колебаний в ферромагнетике со спинами $S = 1$ и $S = 1/2$. В этом случае энергия подрешетки со спинами $S = 1$ содержит билинейный и биквадратичный обменные инварианты. Во второй подрешетке учитываются только гейзенберговские обменные взаимодействия спинов $S = 1/2$. Взаимодействие между подрешетками рассмотрено двух типов: либо билинейное изотропное, либо билинейное изинговское.

Отмечу наиболее интересные результаты.

1. В диссертации установлено, что в анизотропных негејзенберговских ферро- и антиферромагнетиках возможна реализация новой угловой нематической фазы с нулевым средним спином и отличными от нуля квадрупольными средними. Реализация такой фазы обусловлена анизотропией биквадратичного взаимодействия спинов $S = 1$.
2. В анизотропном антиферромагнетике предсказаны еще две новых ортогонально-нематические фазы, вырожденные при учете только изотропных обменных взаимодействий. Фазовые переходы между найденными фазами по своим свойствам близки к ориентационным фазовым переходам.
3. Установлено, что в ферромагнетике возможно существование особых фаз, характеризующихся дипольными и квадрупольными параметрами порядка. В отличие от антиферромагнетика, из-за подмагничивающего влияния одной из подрешеток средний спин на узлах другой не обращается в нуль.

Исследование негејзенберговских ферромагнетиков представляет особый интерес. Современные методы выращивания тонких пленок феррит-гранатов на немагнитных подложках позволяют получать монокристаллы ферритов с практически любыми наперед заданными свойствами. Результаты работы следует учитывать при синтезе новых материалов с полезными технологическими параметрами. Они могут быть важны для

объяснения экспериментальных данных. В частности, явлений сверхбыстрого переворота намагниченности в подобных материалах под действием коротких лазерных импульсов.

Использование аппарата современной теоретической физики, в частности, метода унитарных преобразований и техники операторов Хаббарда для изучения новых макроскопических состояний с тензорными параметрами порядка, гарантирует правильность полученных результатов и свидетельствует о высоком профессиональном уровне соискателя.

Результаты диссертационной работы отражены в 6 публикациях автора в журналах ЖЭТФ, ФТТ, JMMM, входящих в наукометрическую базу данных SCOPUS. Они широко обсуждались на Международных конференциях и известны нам не только по автореферату.

Замечания по автореферату:

1. Гамильтониан (1) модели ферромагнетика на стр. 8 автореферата был бы понятнее читателю, если его записать не в терминах редко используемых операторов Стивенсона, а через исходные спиновые операторы на узлах решетки.
2. После формулы (2) на стр. 8 не даны определения постоянных K_0, J_0 и не расшифрованы определения углов α, θ . Только на странице 11 мы узнаем, что α - это параметр унитарного преобразования. Математический и физический смысл преобразований не раскрывается.
3. На странице 9 без объяснения физического смысла введены параметры порядка q_2^0, q_2^2 . Лишь из оригинальных статей можно узнать о том, какие компоненты тензора квадрупольного момента они определяют. На стр.13 без комментариев вводится еще один не известный параметр β , через который выражены столь же неизвестные q_2^0, q_2^2, q_2^{zx} .

Приведенные замечания свидетельствуют о небрежности диссертантки, но не снижают общей высокой оценки работы. Считаю, что диссертационная работа выполнена на уровне требований "Положения о порядке присуждения ученых степеней" ВАК Российской Федерации, а её автор, Кривцова Анастасия Владимировна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния».

Киселев Владимир Валерьевич,

доктор физико-математических наук,

главный научный сотрудник лаборатории теории нелинейных явлений

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института физики металлов имени М.Н. Михеева

Уральского отделения Российской академии наук (ИФМ УрО РАН).

Телефон: 89024408517

E-mail: kiseliev@imp.uran.ru

