

Отзыв

на автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

Дубровина Р.М.

Динамика решетки и спонтанные магнитодиэлектрические явления во фтороперовскитах

Диссертация посвящена описанию и анализу результатов исследования обширного класса фтороперовскитов с общей формулой AMF_3 . Здесь А- щелочной металл, М- переходный металл. Одним из свойств этих соединений, которые могут кристаллизоваться в кубической, гексагональной и ромбической структуре, является то, что ни в одном из этих соединений не обнаружено дальнего сегнетоэлектрического порядка, хотя в некоторых оксидных перовскитах электрическая поляризация существует. Выяснению причин подавления этого порядка уделено основное внимание в диссертационной работе. В связи с этим было проведено исследование динамики решетки и диэлектрических свойств ряда ромбических и кубических монокристаллов фтороперовскитов. Наиболее существенными результатами являются следующие.

Обнаружение в ромбическом фтороперовските $NaMnF_3$, обладающем пространственной группой $R\bar{3}m$, аномального размягчения низкочастотного B_{2u} полярного оптического фонона на $\approx 20\text{см}^{-1}$ при охлаждении от комнатной температуры до 5К. Однако это размягчение не приводит к появлению мягкой моды, частота которой стремится к нулю, вызывающей структурный переход. В результате имеет место лишь существенный рост диэлектрической проницаемости вдоль оси b монокристалла.

Установление сильной связи этой размягченной моды с магнитной подсистемой благодаря спин- фононному взаимодействию. Предложен механизм этого взаимодействия, вызванный модуляцией B_{2u} фононом угла и относительного расстояния в цепочке Mn-F-Mn косвенного обменного взаимодействия.

Найдено, что в кубических фтороперовскитах низкочастотный оптический полярный фонон T_{1u} смягчается при охлаждении, что проявляется в росте низкочастотной диэлектрической проницаемости. Показано, что рост низкочастотной диэлектрической проницаемости коррелирует со значением толеранс-фактора фтороперовскитов.

Выявлено, что в кобальтовых фтороперовскитах спонтанный магнитодиэлектрический эффект связан со спин- фононным взаимодействием только тех

продольных и поперечных оптических фононов, которые изменяют угол связи в цепочке Co-F-Co.

Работа выполнена с использованием современного экспериментального спектроскопического оборудования. Все выводы, приведенные в работе хорошо обоснованы, что позволяет сделать вывод об их достоверности. Актуальность работы сомнений не вызывает, так как поиск материалов с несколькими взаимодействующими между собой параметрами дальнего порядка представляет помимо фундаментального и практический интерес. Автор прекрасно разбирается в проблематике, связанной с фтороперовскитами. Название автореферата соответствует его содержанию. Тема исследования соответствует паспорту специальности 01.04.07- «Физика конденсированного состояния».

Стоит отметить следующее обстоятельство. Пространственная группа $R\bar{3}m$ содержит инверсию. Наличие дальнего антиферромагнитного порядка в соединении NaMnF_3 не приводит к исчезновению этого элемента симметрии. Поэтому уже с точки зрения теории групп электрическая поляризация в указанном фтороперовските, кристаллизующемся с этой пространственной группой, существовать не может. Переход из кубической фазы в ромбическую сопровождается поворотами октаэдров MnF_6 . К пространственной группе $R\bar{3}m$ приводит только вполне определенный тип искажений, вызванный поворотами октаэдров (Найш В.Е., 2001). Смещения ионов Na и Mn на формирование этой симметрии влияния не оказывают. Поэтому вывод в диссертации о подавлении сегнетоэлектрической неустойчивости поворотами октаэдров подтверждается как теоретико-групповым анализом, так и расчетами из первых принципов. Единственное, чего не хватает в этом рассмотрении, это определения набора вращений октаэдров для согласования с симметричным рассмотрением. Второе обстоятельство связано с тем, что спин-фононное взаимодействие со смягченной B_{2u} фононной модой изменяет косвенное обменное взаимодействие, путем изменения угла и относительных расстояний в цепочке Mn-F-Mn. Однако в кобальтовых фтороперовскитах существенным оказывается только изменения угла связи в цепочке Co-F-Co. Не ясно почему в этом случае изменение относительных расстояний ионов не играет роли.

Автор диссертационной работы Дубровин Роман Михайлович заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук

Заведующий лабораторией теоретической физики

ИФМ УрО РАН им. М.Н. Михеева, д.ф.-м.н.



В.В. Меньшенин