

## ОТЗЫВ

На автореферат диссертации **Садыкова Алмаза Фаритовича** «Магнитные структуры низкоразмерных соединений  $\text{LiCu}_2\text{O}_2$  и  $\text{NaCu}_2\text{O}_2$ », представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений.

Важным свойством соединения  $\text{LiCu}_2\text{O}_2$ , имеющим фундаментальное научное значение, являются обнаруженные магнитоэлектрические эффекты (интересно, что в близком по структуре  $\text{NaCu}_2\text{O}_2$  подобных явлений не наблюдается). На сегодняшний день нет единого микроскопического объяснения сегнетомагнетизма в соединениях данного класса, учитывающего симметрию и анизотропию обменных взаимодействий, а также релятивистские эффекты и эффекты, связанные с нестехиометричностью материалов. До сих пор неразрешенным вопросом остается эволюция магнитной структуры в зависимости от величины и направления внешнего магнитного поля. В этой связи результаты исследований магнетиков  $\text{LiCu}_2\text{O}_2$  и  $\text{NaCu}_2\text{O}_2$ , полученные А.Ф. Садыковым, представляют несомненный интерес, поскольку в значительной степени конкретизируют тип магнитных структур, реализуемых в купратах LCO/NCO. Очень важным, на наш взгляд, результатом является обнаруженная автором  $\text{Cu}^{+(1+\delta)}$  отличная от нуля дырочная заселенность ионов  $\text{Cu}^{+(1+\delta)}$  ( $\delta \approx 0.2$ ). Автор справедливо полагает, что возникающие при этом, эффективные магнитные моменты на ионах  $\text{Cu}^{+(1+\delta)}$  могут участвовать в обменных взаимодействиях с моментами ионов  $\text{Cu}^{2+}$  в соседних цепочках  $\text{Cu}^{2+}\text{O}$  и приводить к возникновению спонтанной электрической поляризации в кристалле посредством обменно - индуцированного механизма.

Особенно хотелось бы отметить уникальность выполненной автором экспериментальной части работы, свидетельствующей о его высоком профессионализме. Регистрация сложных ЯМР спектров в широком частотном диапазоне при различных направлениях внешнего магнитного поля с использованием различных ЯМР-зондов и последующая взаимосогласованная в рамках единой модели магнитной структуры симуляция этих спектров – задача весьма сложная.

Считаю, что диссертация А.Ф. Садыкова по совокупности квалификационных критериев отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Садыков Алмаз Фаритович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 - физика магнитных явлений.

Заведующий кафедрой физики

ФГБОУ ВО «Казанский государственный

энергетический университет»,

доктор физ.-мат. наук, профессор



В.Л. Матухин

«20» декабря 2017 г.

С отечеством от имени

Садыков А.Ф./

Соловьев А.А.  
20.12.2017

10.01.2018