

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Садыкова Алмаза Фаритовича «**Магнитные структуры низкоразмерных соединений LiCu_2O_2 и NaCu_2O_2** », представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений

Исследования магнитных структур с пониженной размерностью занимают особое место в современной физике магнитных явлений, поскольку в таких системах наиболее отчетливо проявляются фундаментальные физические механизмы, отвечающие за магнитные свойства материалов, в том числе совершенно уникальные, благодаря которым открываются перспективы их широкого практического применения. В этой связи актуальность экспериментального исследования низкочастотной спиновой динамики и особенностей геликоидального упорядочения магнитных моментов меди в монокристаллах изоструктурных квазидвумерных купратов LiCu_2O_2 и NaCu_2O_2 , результаты которого представлены в диссертации А.Ф. Садыкова, не вызывает сомнений. Важность работы автора диссертации подчеркивается тем обстоятельством, что она направлена на решение очень интересной проблемы современной физики магнитных явлений – выяснению на микроскопическом уровне условий и механизмов, вызывающих эффект макроскопической электрической поляризации в магнитных изоляторах с пространственно-неоднородной магнитной структурой.

Говоря о достоинствах диссертации А.Ф. Садыкова, прежде всего следует отметить, что применяемые автором локально-чувствительные экспериментальные методы - ядерный магнитный резонанс (ЯМР) и ядерный квадрупольный резонанс (ЯКР) - являются весьма информативными и существенно дополняют сведения о распределении зарядовой и спиновой плотности в парамагнитной и магнитно-упорядоченной фазах кристаллов, полученных методами дифракции нейтронов. Сильной стороной исследования является комплексный подход автора к экспериментам по ЯМР, заключающийся в том, что измерения проводятся сразу на нескольких ядрах: $^{63,65}\text{Cu}$, ^7Li и ^{23}Na .

В результате обработки полученных спектров ЯМР и ЯКР с применением специальной программы симуляции спектров, в разработке которой Алмаз Фаритович принимал непосредственное участие, и детального, совместного с коллегами, анализа

экспериментальных данных, в диссертационной работе:

- впервые установлена иерархия дипольных и сверхтонких магнитных полей, создаваемых магнитными ионами меди на ядрах атомов немагнитного окружения;
- впервые получены количественные оценки степени ковалентности химической связи ионов в кристалле, ответственной за резко выраженную анизотропию обменных взаимодействий в кристаллах LiCu_2O_2 и NaCu_2O_2 ;
- впервые выяснены особенности низкочастотной спиновой динамики магнитных ионов в парамагнитной фазе кристаллов.

Среди полученных результатов особенно следует отметить экспериментально установленное различие магнитной спиральной структуры в кристаллах LiCu_2O_2 и NaCu_2O_2 . До сих пор решение подобной задачи было возможно лишь в экспериментах по упругому рассеянию поляризованных нейтронов. Успешная постановка уникальных экспериментов по ЯМР и ЯКР, всестороннее обсуждение результатов, их новизна и актуальность – эти качества диссертационной работы А.Ф Садыкова заслуживают всяческого одобрения и свидетельствует о высоком профессиональном уровне исследований, выполняемых в Институте физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН.

В качестве скорее вопроса, чем замечания, хотелось бы отметить следующее. В четвертой главе диссертации, посвященной ЯМР/ЯКР исследованию парамагнитного состояния кристаллов LiCuO_2 и NaCuO_2 , автор, в частности, отмечает (последний абзац стр 13 - первый абзац стр 14 автореферата), что возможную роль примесных центров, наличие которых необходимо для возникновения спонтанной электрической поляризации в LiCuO_2 , могут играть 3d дырки на позициях ионов Cu^+ . Из текста автореферата не ясно, в чем, в таком случае, состоит различие между LiCuO_2 и NaCuO_2 , первый из которых является сегнетоэлектриком, а второй - нет. Далее, в пятой главе, автор обсуждает уже отмеченный выше чрезвычайно интересный результат о различии спиральных магнитных структур в этих изоструктурных соединениях, в частности утверждается, что направления закручивания магнитных моментов в цепочках бислоя в NaCuO_2 противоположны, а в LiCuO_2 - совпадают. Возникает вопрос: не связано ли с этим обстоятельством различие в сегнетоэлектрических свойствах этих двух изоструктурных соединений? Или, другими словами, эти отличия, магнитных структур и сегнетоэлектрических свойств, не обусловлены ли одними и теми же физическими

причинами? В автореферате этот вопрос никак не затронут.

Второе замечание носит редакционный характер. Обращает на себя внимание качество рисунков 1, 2 и 4, на которых трудно что-либо разглядеть, даже пользуясь увеличительным стеклом.

Работа А.Ф. Садыкова, на мой взгляд, лишена недостатков, имеющих принципиальный характер, а высказанные замечания никак не влияют на общую положительную оценку работы. Автореферат дает полное представление о проделанной автором работе и полученных результатах. Не вызывает сомнения высокое профессиональное мастерство Садыкова как экспериментатора и его глубокое понимание физики исследуемых магнитных систем.

Считаю, что диссертационная работа «Магнитные структуры низкоразмерных соединений LiCuO_2 и NaCuO_2 » удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Садыков Алмаз Фаритович – безусловно заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений.

Мирмельштейн Алексей Владиславович

Главный научный сотрудник
Отделение экспериментальной физики
ФГУП «Российский Федеральный ядерный центр-
Всероссийский НИИ технической физики им. академ. Е.И. Забабахина»,
доктор физ.-мат. наук

456770, Челябинская область, г. Снежинск, ул. Васильева, 13
Телефон: 8-(351)-465-11-55
e-mail: mirmelstein@mail.ru

Подпись Мирмельштейна А.В. заверяю:

Ученый секретарь НТС
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ
им. академ. Е.И. Забабахина»
кандидат физ.-мат. наук

26 января 2018 г.

*С отзывом ознакомлен
29.01.2018 г. Садыков А.Ф.*



В.Н. Ногин