

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 004.003.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ИНСТИТУТА ФИЗИКИ МЕТАЛЛОВ ИМЕНИ М.Н. МИХЕЕВА
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИФМ УрО РАН) МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 17.05.2019, № 9

О присуждении Смольникову Алексею Геннадьевичу, гражданину России, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Сверхтонкие взаимодействия и магнитный порядок в мультиферроике CuCrO_2 по данным ядерного магнитного резонанса» по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений принята к защите 01.03.2019, протокол № 6, диссертационным советом Д 004.003.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской Академии наук (ИФМ УрО РАН), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 620108, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 18, приказы Минобрнауки РФ № 714/нк от 02.11.2012 и № 188/нк от 26.02.2015.

Соискатель Смольников Алексей Геннадьевич, 1988 года рождения, в 2010 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», решением Государственной экзаменационной комиссии ему присуждена квалификация Физик по специальности «Физика». Работает в должности научного сотрудника лаборатории кинетических явлений в

Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в лаборатории кинетических явлений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, Оглобличев Василий Владимирович, старший научный сотрудник лаборатории кинетических явлений, Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

1) Гиппиус Андрей Андреевич, доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики низких температур и сверхпроводимости Физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва;

2) Свистов Леонид Евгеньевич, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Института физических проблем им. П.Л. Капицы РАН, г. Москва;

– дали положительные отзывы о диссертации А.Г. Смольникова.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет" в своем положительном заключении, подписанном Ереминым Михаилом Васильевичем, доктором физико-математических наук, профессором, Дуглавом Александром Васильевичем, кандидатом физико-математических наук, доцентом, Тагировым Муратом Салиховичем, доктором физико-математических наук,

профессором, заведующим кафедрой квантовой электроники и радиоспектроскопии, указала, что «диссертационная работа Смольникова А.Г. посвящена изучению соединения CuCrO_2 которое является хорошим модельным объектом, поскольку в нем формирование спиновых спиралей происходит в плоской треугольной решетке из магнитных ионов Cr^{3+} . Исследование электронных и магнитных свойств таких систем несомненно являются крайне интересными. Результаты новы и достоверны. Результаты диссертации опубликованы в лучших российских журналах и прошли серьезную апробацию на конференциях. Автореферат правильно отражает содержание диссертации. По общему мнению членов кафедры, диссертация удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – Физика магнитных явлений».

Соискатель имеет 32 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 13 работ, из них статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях и входящих в перечень ВАК – 4, тезисов докладов в материалах всероссийских и международных конференций – 8, свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ – 1. Общий объем научных изданий 4.35 печатных листа.

Автором получены экспериментальные данные о пространственной ориентации магнитных моментов ионов хрома исследуемого соединения, определены параметры градиента электрического поля в месте расположения ядер немагнитных ионов, спиновый и орбитальный вклады в сдвиги линий ядерного магнитного резонанса, константы сверхтонкого взаимодействия, а также произведены оценки степеней ковалентности.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. ^{53}Cr ЯМР-исследование мультиферроика CuCrO_2 / А.Г.Смольников, В.В.Оглобличев, С.В.Верховский, К.Н.Михалев, А.Ю.Якубовский, К.Кумагаи, Ю.Фурукава, А.Ф.Садыков, Ю.В.Пискунов, А.П.Герашенко, С.Н.Барило, С.В.Ширяев // Письма в ЖЭТФ. – 2015. – Т. 102, N10. – С.766-769.

2. Особенности магнитного порядка в мультиферроике CuCrO_2 по данным ЯМР и ЯКР $^{63,65}\text{Cu}$ / А.Г.Смольников, В.В.Оглобличев, С.В.Верховский, К.Н.Михалев, А.Ю.Якубовский, Y.Furukawa, Ю.В.Пискунов, А.Ф.Садыков, С.Н.Барило, С.В.Ширяев // Физика металлов и металловедение. – 2017. – Т.118, N2 – С.142-150.
3. ^{17}O NMR study of the triangular lattice antiferromagnet CuCrO_2 / Vasily V.Ogloblichev, Alexey G.Smolnikov, Almaz F.Sadykov, Yuri V.Piskunov, Alexander P.Gerashenko, Yuji Furukawa, Ken-ichi Kumagai, Andrey Yu.Yakubovsky, Konstantin N.Mikhalev, Sergei N.Barilo, Sergei V.Shiryayev, Alexander S.Belozarov // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2018. – V.458, N15. – P.1-9.
4. Зарядовое распределение и сверхтонкие взаимодействия в мультиферроике CuFeO_2 по данным ЯМР $^{63,65}\text{Cu}$ / А.Г.Смольников, В.В.Оглобличев, А.Ю.Гермов, К.Н.Михалев, А.Ф.Садыков, Ю.В.Пискунов, А.П.Герашенко, А.Ю.Якубовский, М.А.Муфлихонова, С.Н.Барило, С.В.Ширяев // Письма в ЖЭТФ. – 2018. – Т.107, N1-2. – С.134-138.

На диссертацию и автореферат поступило 4 отзыва. Все отзывы положительные. В них отмечается актуальность темы диссертационной работы, научная новизна полученных результатов, их теоретическая и практическая значимость. Отзывы без замечаний поступили: от Кодееса Михаила Исааковича, кандидата химических наук, заведующего лабораторией спектральных методов исследования, руководителя ЦКП САОС Института органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН, г. Екатеринбург; от Лапиной Ольги Борисовны, доктора химических наук, руководитель группы ЯМР спектроскопии в твердом теле Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук

Замечания содержатся в следующих отзывах:

1. От Денисовой Татьяны Александровны, доктора химических наук, ученого секретаря и главного научного сотрудника лаборатории квантовой химии и спектроскопии им. А.Л. Ивановского Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химии твердого тела Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург.

Замечания: 1) При ЯМР измерениях монокристаллов во внешнем магнитном поле очень важно точно знать ориентацию кристалла в этом поле. В автореферате не сказано, с какой точностью выставлялась та или иная ориентация и как она контролировалась. 2) Данное замечание носит редакционный характер. Ссылки на рисунки 9 и 10 представлены на странице 17 автореферата, при этом сами рисунки приведены на странице 19.

2. От Сахратова Юрия Азатовича, кандидата физико-математических наук, доцента кафедры «Физика» Казанского государственного энергетического университета, г. Казань.

Замечание: В качестве замечания следует отметить, что в автореферате не раскрыты возможности программы ЭВМ №2018663091 [ссылка А5 в разделе “Публикации по теме диссертации”], соавтором которой является А.Г. Смольников.

Выбор официальных оппонентов доктора физ.-мат. наук, профессора А.А. Гиппиуса, доктора физ.-мат. наук Л.Е. Свистова и ведущей организации обосновывается публикациями оппонентов, тематикой структурного подразделения ведущей организации и публикациями доктора физ.-мат. наук, профессора М.В. Еремина, кандидата физ.-мат. наук, доцента А.В. Дуглава, доктора физ.-мат. наук, профессора М.С. Тагирова, относящимися к сфере исследований, которым посвящена диссертация.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- *Определены* спиновый и орбитальный вклады в сдвиги линий ЯМР и константы сверхтонкого взаимодействия ядер ионов Cu^+ и O^{2-} соединения CuCrO_2 . *Предложена* модель спинового обмена в цепочках $\text{Cr} - \text{O} - \text{Cu}$.

- *Получено*, что магнитные моменты ионов хрома величиной $\mu \approx 2.7\mu_B$ формируют несоизмеримую геликоидальную магнитную структуру с ферромагнитной составляющей вдоль оси c кристалла.

- *Определены* компоненты и направления главных осей тензора градиента электрического поля в месте расположения ядер ионов меди и кислорода.

- *Обнаружено*, что при магнитном фазовом переходе происходит однородное по кристаллу изменение зарядового распределения на ядрах O^{2-} , при этом на ядрах Cu^{+} никаких изменений нет. Эти данные свидетельствуют о возникновении локальных искажений в треугольной решетке из атомов хрома при сохранении линейной конфигурации цепочек $O - Cu - O$.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что данные об электронной и магнитной структуре магнетика $CuCrO_2$, полученные в диссертационной работе, дополняют и развивают современные представления о таком важном классе объектов, как фрустрированные несоизмеримые магнетики с треугольной антиферромагнитной решеткой. Сведения локального характера о значении и пространственной ориентации магнитных моментов в $CuCrO_2$, маршрутах спинового обмена между ионами, константах сверхтонкого взаимодействия и зарядового распределения могут быть использованы при построении теоретических моделей сегнетомагнетизма в магнетиках с геликоидальной магнитной структурой.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что полученные в работе сведения о пространственной ориентации магнитных моментов в $CuCrO_2$, слабом магнетизме ионов Cu^{+} , степенях ковалентности и структурных изменениях, происходящих при переходе в магнитоупорядоченную фазу, могут быть использованы при исследованиях и разработке новых магнитоэлектрических материалов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- *экспериментальные* результаты, полученные с помощью различных апробированных методик, с использованием аттестованных образцов, хорошо воспроизводимы; экспериментальные данные корректно обработаны;

имеется совпадение ряда результатов измерений с данными других исследователей;

- *результаты* моделирования данных ЯМР соответствуют современным научным представлениям о магнитных свойствах низкоразмерных систем.

Личный вклад соискателя состоит в участии в постановке цели и задач исследования, в получении и обсуждении результатов, изложенных в диссертации, в формулировке ее основных положений и выводов, в модернизации компьютерной программы симуляции спектров. Автором лично выполнены ЯМР/ЯКР измерения $^{63,65}\text{Cu}$, ^{53}Cr и ^{17}O , представленные в данной работе: регистрация спектров ЯМР/ЯКР в парамагнитной и магнитоупорядоченной фазах монокристаллов и поликристаллов CuCrO_2 и парамагнитной фазе монокристалла CuFeO_2 , измерения температурных зависимостей сдвигов линий ЯМР, времен спин-спиновой релаксации. Автором лично проведена обработка, анализ и систематизация полученного массива экспериментальных данных, промоделирован большой набор спектров ЯМР и ЯКР. Автор принимал участие в разработке методов компьютерной обработки спектров, а также внес основной вклад в подготовку текста публикаций. Автор совместно с научным руководителем участвовал в обсуждении результатов, изложенных в диссертации, в формулировке ее основных положений и выводов. Материал диссертации неоднократно докладывался автором лично на международных и отечественных конференциях.

Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной научной задачи по экспериментальному определению особенностей магнитного порядка и зарядового распределения в магнетике CuCrO_2 методами ЯМР, ЯКР и магнитной восприимчивости и соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней» в редакции, утвержденной Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 с изменениями от 21.04.2016 г. № 335.

На заседании 17.05.2019 года диссертационный совет принял решение присудить Смольникову Алексею Геннадьевичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации 01.04.11 – Физика магнитных явлений, 7 докторов наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния, 5 докторов наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту – нет, проголосовали: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета
доктор физ.-мат. наук, академик РАН

В.В. Устинов

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор физ.-мат. наук

Т.Б. Чарикова

20 мая 2019 г.