

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ваулина Артёма Александровича на тему «Несоизмеримые магнитные структуры и ближний магнитный порядок в редкоземельных интерметаллидах  $\text{Ho}_3\text{Co}$ ,  $\text{Ho}_7\text{Rh}_3$  и  $R_5\text{Pd}_2$  ( $R = \text{Ho}, \text{Er}$ )», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений

Квалификационная работа А.А. Ваулина посвящена установлению роли несоизмеримых магнитных фаз в аномальном поведении магнитных, тепловых и электрических свойств редкоземельных интерметаллидов  $\text{Ho}_3\text{Co}$ ,  $\text{Ho}_7\text{Rh}_3$  и  $R_5\text{Pd}_2$  ( $R = \text{Ho}, \text{Er}$ ). Это исследование является продолжением работ по изучению физических свойств редкоземельных интерметаллидов и нейтронографии магнетиков со сложными несоизмеримыми магнитными структурами, приводящихся в течение нескольких десятилетий в Институте физики металлов УрО РАН. Несмотря на значительный интерес исследователей к магнитным свойствам бинарных редкоземельных интерметаллидов вопрос о количественном описании сложных несоизмеримых магнитных структур в подобных системах остается открытым. Нет понимания механизма возникновения слабой спонтанной намагниченности в антиферромагнетиках  $\text{Ho}_3\text{Co}$  и  $\text{Ho}_7\text{Rh}_3$  в области низких температур.

Работа А.А. Ваулина носит комплексный характер и сочетает использование измерений макроскопических свойств (*намагниченность, магнитная восприимчивость, теплоемкость, электросопротивление*) и проведение нейтронографических и синхротронных экспериментов, проливающих свет на магнитное и структурное состояние изучаемых систем на микроуровне. В рамках работы получены новые результаты, достоверность которых не вызывает сомнений. Наиболее яркими результатами являются полное количественное описание несоизмеримой магнитной структуры соединений  $\text{Ho}_3\text{Co}$  и  $\text{Ho}_7\text{Rh}_3$  при помощи нового подхода магнитных суперпространственных групп. Карточка с данными магнитной структуры  $\text{Ho}_7\text{Rh}_3$  внесена в международную базу данных магнитных структур MAGNDATA на кристаллографическом сервере Университета Бильбао. В работе установлены механизмы, ответственные за возникновение слабой спонтанной намагниченности в  $\text{Ho}_3\text{Co}$  и  $\text{Ho}_7\text{Rh}_3$  в области низких температур. В соединении  $\text{Er}_{4.8}\text{Pd}_2$  обнаружена рекордно высокая объемная теплоемкость в области низких температур  $T < 50$  К. Подобные системы являются

перспективными материалами для изготовления регенераторов для криогенной техники.

В качестве замечания можно отметить, что эксперимент по малоугловому рассеянию нейтронов мог бы пролить свет на особенности эволюции необычного ближнего магнитного порядка при приложении внешнего магнитного поля в соединении  $\text{Ho}_5\text{Pd}_2$ .

Указанное замечание не снижает научной ценности исследования. На основании сведений, изложенных в автореферате и опубликованных научных работ, диссертационная работа Ваулина Артёма Александровича может быть охарактеризована как законченное исследование, выполненное на высоком научном уровне. Личный вклад автора не вызывает сомнений. Представленная работа полностью соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений.

Научный сотрудник кафедры

Магнетизма Физического факультета МГУ,

доктор физ.-мат. наук

*25.09.2023*

\_\_\_\_\_ В.И. Зверев

Почтовый адрес: 119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, МГУ имени М.В. Ломоносова, дом 1, строение 2, Физический Факультет.

Тел: +7 (495) 939-31-60

E-mail: [vi.zverev@physics.msu.ru](mailto:vi.zverev@physics.msu.ru)

Подпись научного сотрудника Научный сотрудник кафедры магнетизма Физического факультета МГУ, доктора физ.-мат. наук В.И. Зверева заверяю

Ученый секретарь физического факультета МГУ,

доктор физ.-мат. наук, профессор

\_\_\_\_\_ В.А. Караваев



*С отрывком ознакомлен 27.09.2023*

*Ваулин А.А.*

*↙*