

Заключение диссертационного совета МГУ.013.5  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от «21» декабря 2023 г. № 18

О присуждении Кошелеву Анатолию Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Квантовые основные состояния в синтетических аналогах низкоразмерных медь-содержащих минералов» по специальности 1.3.10. «Физика низких температур» принята к защите диссертационным советом 19 октября 2023 года, протокол № 17.

Соискатель, Кошелев Анатолий Владимирович, 1992 года рождения, в 2015 году окончил Московский Государственный Университет имени М. В. Ломоносова с присвоением квалификации «Физик» по направлению подготовки 03.04.02 «Физика». В 2019 году он успешно освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия». В настоящее время соискатель работает в должности младшего научного сотрудника в Институте Экспериментальной Минералогии имени Д.С. Коржинского Российской академии наук.

Диссертация выполнена на кафедре физики низких температур и сверхпроводимости физического факультета Московского Государственного Университета имени М. В. Ломоносова.

Научные руководители:

– доктор физико-математических наук профессор кафедры физики низких температур и сверхпроводимости физического факультета Московского Государственного Университета имени М. В. Ломоносова Волкова Ольга Сергеевна

– доктор химических наук, доцент, и. о. главного научного сотрудника ФГБУН «Институт экспериментальной минералогии имени академика Д.С. Коржинского» Российской академии наук Чареев Дмитрий Александрович.

Официальные оппоненты:

- Овчинников Сергей Геннадьевич - доктор физико-математических наук, профессор, руководитель по направлению «Магнетизм» и заведующий лабораторией физики магнитных явлений Института физики имени Л.В. Киренского обособленного подразделения Федерального исследовательского центра «Красноярский Научный Центр СО РАН»;

- Пресняков Игорь Александрович - доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией "Ядерно-химического материаловедения" химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова;

- Вавилова Елена Леонидовна - кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории физики ферроиков и функциональных материалов отдела физики перспективных материалов Казанского физико-технического института имени Е.К. Завойского - обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр РАН»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 23 опубликованные статьи, из них 4 по теме диссертации, из них 4 статьи (2,07 п.л.) опубликованы в рецензируемых научных журналах, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.3.10 Физика низких температур.

В качестве основных публикаций можно выделить следующие работы:

- 1) **A. V. Koshelev**, K. V. Zakharov, A. P. Pyatakov, L. V. Shvanskaya, A. A. Shakin, O. S. Volkova, D. A. Chareev, S. Kamusella, H.-H. Klauss, K. Molla, B. Rahaman, T. Saha-

- Dasgupta, and A. N. Vasiliev. Spin-Order-Induced Ferroelectricity and Magnetoelectric Effect in  $\text{LiCuFe}_2(\text{VO}_4)_3$  //Physical Review Applied. – 2018. – Т. 10. – №. 3. – P. 034008. DOI: 10.1103/PhysRevApplied.10.034008, IF=4.6 (Journal Citation Reports) (0,44 п.л., авторский вклад 0,1);
- 2) **A. Koshelev**, L. Shvanskaya, O. Volkova, K. Zakharov, F. Theuss, C. Koo, R. Klingeler, S. Kamusella, H.-H. Klauss, S. Kundu, S. Bachhar, A.V. Mahajan, P. Khuntia, D. Khanam, B. Rahaman, T. Saha-Dasgupta, A. Vasiliev. Thermodynamic and resonant properties of mixed spin compounds  $\text{ACuFe}_2(\text{VO}_4)_3$  (A= Li, Na) //Journal of Alloys and Compounds. – 2020. – Т. 842. – P. 155763. DOI: 10.1016/j.jallcom.2020.155763, IF=6.2 (Journal Citation Reports) (0,69 п.л., авторский вклад 0,1);
  - 3) A.N. Vasiliev, O.S. Volkova, E.A. Zvereva, **A.V. Koshelev**, V.S. Urusov, D.A. Chareev, V.I. Petkov, M.V. Sukhanov, B. Rahaman and T. Saha-Dasgupta. Valence-bond solid as the quantum ground state in honeycomb layered urusovite  $\text{CuAl}(\text{AsO}_4)\text{O}$  //Physical Review B. – 2015. – Т. 91. – №. 14. – P. 144406. DOI: 10.1103/PhysRevB.91.144406, IF=3.7 (Journal Citation Reports) (0,56 п.л., авторский вклад 0,1);
  - 4) **A.V. Koshelev**, E.A. Zvereva, D.A. Chareev, O.S. Volkova, A. Vymazalova, F. Laufek, E.V. Kovalchuk, B. Rahaman, T. Saha-Dasgupta and A.N. Vasiliev. The long-range magnetic order and underlying spin model in shattuckite  $\text{Cu}_5(\text{SiO}_3)_4(\text{OH})_2$  //Physics and Chemistry of Minerals. – 2016. – Т. 43. – P. 43-49. DOI: 10.1007/s00269-015-0772-7, IF=1.7 (Journal Citation Reports) (0,38 п.л., авторский вклад 0,1).

Приведённые в публикациях экспериментальные данные были получены автором самостоятельно в процессе работы на экспериментальном оборудовании. Исследования фазового состава и химической чистоты исследованных образцов проводились автором совместно с научным руководителем Д.А. Чареевым. Анализ и интерпретация полученных данных проводились автором совместно с научным руководителем О.С. Волковой. Кроме того, автор принимал участие в обсуждении и подготовке научных публикаций, а также в представлении их на научных конференциях.

На диссертацию и автореферат поступило 2 дополнительных отзыва, все положительные.

Выбор официальных оппонентов обосновывался соответствием их научных интересов профилю рассматриваемой диссертации, профессионализмом, высокими достижениями и компетентностью в соответствующей отрасли науки, а также наличием публикаций, соответствующих тематике диссертации. Указанные оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций по теме диссертации с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований были решены важные научные задачи, связанные с исследованием квантовых основных состояний низкоразмерных минералов и их синтетических аналогов, а также установлены основные параметры магнитных подсистем исследованных объектов. Полученные результаты могут представлять практический интерес для научно-образовательных организаций, занимающихся созданием квантовых компьютеров, магнитных сенсоров, элементов магнитной записи, в частности МИРЭА, МИИТ, МИЭТ, МФТИ, ИФП РАН, ИФТТ РАН, ФИАН, ИОФАН и др.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

- 1) Говардэвансит  $\text{LiCuFe}_2(\text{VO}_4)_3$  демонстрирует формирование магнитоупорядоченного состояния при температурах  $T_{N1}=8.4\text{K}$  и  $T_{N2}=9.4\text{K}$ . При  $T_{N1}<T<T_{N2}$  в нем обнаружен магнитоэлектрический эффект. Говардэвансит  $\text{LiCuFe}_2(\text{VO}_4)_3$  можно

рассматривать как первый несобственный мультиферроик, магнитная подсистема которого составлена из двух различных катионов  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$ .

2) Говардэвансит  $\text{NaCuFe}_2(\text{VO}_4)_3$  демонстрирует формирование спин-стекольного состояния вблизи  $T_{SG}=8\text{K}$ . Неупорядоченное замерзание катионов натрия в позиции Na2 может приводить к перераспределению зарядовой плотности в подсистеме переходных металлов и спин-стекольным явлениям.

3) Урусовит  $\text{CuAl}(\text{AsO}_4)\text{O}$  демонстрирует отсутствие дальнего магнитного порядка вплоть до температуры 2 К. Его основное состояние может быть описано моделью кристалла на валентных связях, составленного из антиферромагнитных димеров с  $\Delta=350\text{K}$ .

4) Шаттукит  $\text{Cu}_5(\text{OH})_2(\text{SiO}_3)_4$  демонстрирует ферромагнитное упорядочение при  $T_N=8\text{K}$ . Малый спонтанный магнитный момент в основном состоянии может быть связан с конкуренцией антиферромагнитных обменных взаимодействий в треугольных мотивах двумерного слоя.

На заседании 21 декабря 2023 г. диссертационный совет принял решение присудить Кошелеву Анатолию Владимировичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.10. «Физика низких температур».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Зам.председателя диссертационного совета МГУ.013.5  
Доктор физико-математических наук,  
профессор

Васильев Александр Николаевич

Ученый секретарь диссертационного совета МГУ.013.5  
кандидат физико-математических наук

Шапаева Татьяна Борисовна

21.12.2023