

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу Гунбина Антона Викторовича «Ядерно-резонансная спектроскопия интерметаллических сверхпроводников на основе галлия», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 - физика конденсированного состояния

Гунбин Антон Викторович, 1993 года рождения, в 2017 году окончил магистратуру НИТУ «МИСиС» по направлению 03.04.02 «Физика».

В 2023 году Гунбин А.В. окончил аспирантуру ФИАН, где за время обучения в аспирантуре проявил себя как полноценный исследователь. За время обучения в аспирантуре он получил навыки работы с научным оборудованием, в том числе с различными спектрометрами ЯМР и ЯКР, криогенной и вакуумной техникой, и провел исследование представленных образцов. В процессе написания работы, аспирант проявил интерес к проведению экспериментальных изысканий, изучению теоретических данных и финальной обработке полученной информации. С 2020 года и по настоящее время Гунбин А.В работает в Лаборатории ЯМР твердого тела Отделения физики твердого тела Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук в качестве высококвалифицированного младшего научного сотрудника.

В диссертационной работе Гунбина А.В. «Ядерно-резонансная спектроскопия интерметаллических сверхпроводников на основе галлия» представлено комплексное исследование и анализ интерметаллических соединений на основе галлия, в которых электронные корреляции и взаимодействия зарядовых, спиновых, орбитальных и решеточных степеней свободы могут приводить к экзотическим структурным фазовым переходам, сложному магнетизму, а также необычной сверхпроводимости.

Актуальность работы обусловлена существованием ряда научных публикаций, в которых отсутствует единое мнение о существовании многощелевой сверхпроводимости в соединениях $\text{Mo}_4\text{Ga}_{20}\text{Sb}$ и $\text{Mo}_8\text{Ga}_{41}$, а также о механизме формирования сверхпроводящего состояния в этих интерметаллических сверхпроводниках.

Научная новизна и достоверность научных результатов, полученных в диссертационной работе Гунбина А.В., обусловлена применением прецизионных методов ЯМР- и ЯКР-спектроскопии, обеспечивающих получение уникальной информации на микроскопическом уровне об особенностях кристаллической и электронной структуры исследуемых соединений.

В результате проведения исследования было показано, что ядерно-резонансные методы хорошо подходят для изучения особенностей кристаллической и электронной структуры, а также сверхпроводящих свойств сложных интерметаллических соединений. Так, с помощью методов ядерно-резонансной спектрометрии на ядрах $^{69,71}\text{Ga}$ были обнаружены и идентифицированы все положения атомов галлия в кристаллической решетке исследуемых соединений, в том числе и позиции, со значительно отличающимися значениями градиента электрического поля (ГЭП). Кроме того, данные методы позволили исследовать электрон-

ные свойства и определить параметры сверхпроводящей щели и механизм спаривания для сверхпроводников $\text{Mo}_4\text{Ga}_{20}\text{Sb}$ и $\text{Mo}_8\text{Ga}_{41}$.

В результате проведения научных исследований в рамках данной диссертационной работы Гунбиным А.В. были получены следующие основные результаты:

1. Методом ЯКР обнаружены и идентифицированы все 4 неэквивалентные позиции Ga в кристаллической структуре $\text{Mo}_4\text{Ga}_{20}\text{Sb}$.
2. Ниже T_c в сверхпроводнике $\text{Mo}_4\text{Ga}_{20}\text{Sb}$ обнаружен интенсивный Гебель-Сликтеровский пик, что свидетельствует о сверхпроводимости s -типа без линий зануления в k -пространстве. Установлено, что зависимость скорости спин-решеточной релаксации ядер ^{69}Ga ниже T_c моделируется двухщелевой функцией ($\Delta_1 = 13$ К, $\Delta_2 = 6$ К) с учетом антиферромагнитных корреляций.
3. В кристаллической структуре $\text{Mo}_8\text{Ga}_{41}$ методом ЯМР обнаружены 2 позиции галлия, обладающие низким значением ГЭП.
4. На основании температурной зависимости скорости ядерной спин-решеточной релаксации ядер ^{69}Ga ниже T_c в соединении $\text{Mo}_8\text{Ga}_{41}$ сделан вывод о фазовом разделении на основную и поверхностные фазы, значения энергии щели которых равны 38,1 К и 22,2 К, соответственно.
5. Разработана методика и проведена модернизация спектрометра Bruker MSL-300 путем перехода с аналоговой на современную цифровую базу, что привело к увеличению отношения сигнал/шум более чем в 1,5 раза.

Полученные результаты представляют ценность для понимания фундаментальных свойств сверхпроводящих интерметаллических соединений на основе галлия, так как позволяют получить информацию о величине сверхпроводящей щели и её симметрии.

Все измерения, представленные в диссертации, выполнены на высоком экспериментальном уровне с использованием техники низких температур и современных методик ЯМР- и ЯКР-спектроскопии, которые были успешно освоены и применены Гунбиным А.В. в данной работе. Хорошая теоретическая подготовка и постоянное изучение научной литературы позволили ему успешно освоить и применять на практике сложные методы математической обработки ЯМР и ЯКР спектров, что существенно повысило значимость полученных результатов и уровень диссертационной работы. Для диссертанта характерны большая научная активность и самостоятельность в работе, отличное знание современной экспериментальной аппаратуры и компьютерной техники, что и позволило успешно решить все поставленные в диссертационной работе задачи.

В процессе работы над диссертацией, Гунбин А.В. принял активное участие в разработке методики модернизации аналогового спектрометра Bruker MSL-300, в результате которой заменялись устаревшие аналоговые модули установки на современные цифровые, а также в разработке и создании новых датчиков для ЯМР спектрометра.

Достоверность выводов диссертационной работы подтверждается тремя публикациями автора в рецензируемых высокорейтинговых физических журналах, входящих в перечень, утвержденный ВАК РФ. Основные результаты работы докладывались и обсуждались

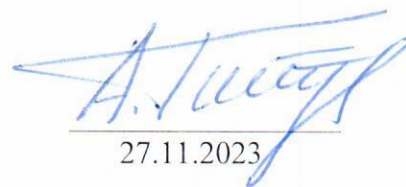
на семинарах в ФИАН, а также на шести российских и международных конференциях и опубликованы в сборниках тезисов.

Все вышесказанное характеризует Гунбина А.В. как сформировавшегося целеустремленного высококвалифицированного специалиста, способного к продуктивной самостоятельной научной работе.

Диссертационная работа Гунбина А.В. «Ядерно-резонансная спектроскопия интерметаллических сверхпроводников на основе галлия» полностью соответствует всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней и представляет собой завершенную, самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу.

Считаю, что Гунбин А.В., несомненно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния.

Научный руководитель:
профессор Физического факультета
МГУ им. М.В. Ломоносова
доктор физико-математических наук
Гиппиус Андрей Андреевич



27.11.2023

119991 Москва, Ленинские горы д.1с2
Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова
тел.: +7 (495) 9392085
e-mail: gippius@mail.ru

Подпись Гиппиуса Андрея Андреевича заверяю,
И.о. декана Физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова
профессор, д.ф.-м.н.
Белокуров Владимир Викторович

