

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Гунбина Антона Викторовича на тему: «Ядерно-резонансная спектроскопия интерметаллических сверхпроводников на основе галлия», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния», и состоявшейся в НИТУ МИСИС 26 мая 2025 года

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС 10.03.2025, протокол № 27.

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук.

Научный руководитель – профессор Физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова; по совместительству – г.н.с. Лаборатории ЯМР твердого тела Отделения физики твердого тела федерального государственного бюджетного учреждения науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, д.ф.-м.н. Гиппиус Андрей Андреевич

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС (протокол № 27 от 10.03.2025 г.) в составе:

1. Мухин Сергей Иванович – д.ф.-м.н., заведующий кафедрой теоретической физики и квантовых технологий НИТУ МИСИС – председатель комиссии;
2. Савченко Александр Григорьевич – д.ф.-м.н., заведующий кафедрой физического материаловедения НИТУ МИСИС;
3. Ховайло Владимир Васильевич – д.ф.-м.н., профессор кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ МИСИС;
4. Демишев Сергей Васильевич – д.ф.-м.н., г.н.с. лаборатории новых магнитных и сверхпроводящих материалов федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики высоких давлений им. Л.Ф. Верещагина Российской академии наук;
5. Пискунов Юрий Владимирович – д.ф.-м.н., в.н.с. лаборатории кинетических явлений федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук.

В качестве ведущей организации утверждено федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук», г. Москва.

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований в области ядерно-резонансной спектроскопии сверхпроводников достигнуты следующие существенные результаты:

- Методом ЯКР-спектроскопии подтверждено наличие четырех неэквивалентных позиций Ga в элементарной ячейке соединения $\text{Mo}_4\text{Ga}_{20}\text{Sb}$.
- В соединении $\text{Mo}_4\text{Ga}_{20}\text{Sb}$ обнаружена двухщелевая сверхпроводимость. Сверхпроводящие щели в соединении описываются моделью для двух щелей s-типа.
- Методом ЯМР-спектроскопии в соединении $\text{Mo}_8\text{Ga}_{41}$ подтверждается наличие 2-х позиций Ga с низкими значениями градиента электрического поля. Остальные 7 позиций Ga в элементарной ячейке соединения $\text{Mo}_8\text{Ga}_{41}$ обнаруживаются методом ЯКР-спектроскопии.

- Для соединения $\text{Mo}_8\text{Ga}_{41}$ обнаружена одна сверхпроводящая щель s -типа. С помощью ЯКР-спектроскопии и релаксационных измерений в соединении $\text{Mo}_8\text{Ga}_{41}$ определено существование объемной сверхпроводящей фазы и поверхностной сверхпроводящей фазы с различными значениями критической температуры.

Результаты, полученные соискателем, вносят весомый вклад в понимание фундаментальных основ симметрии электронного спаривания в сверхпроводниках применительно к данному классу материалов с использованием методов ЯМР-спектроскопии, и безусловно значимы для развития физики конденсированного состояния и исследований в области сверхпроводимости.

Теоретическая значимость подтверждена тем, что:

приведено научное обоснование и экспериментальное подтверждение применения методов ЯМР и ЯКР-спектроскопии для исследования кристаллической структуры, что позволило обнаружить особенности расположения отдельных атомов в элементарной ячейке сверхпроводящих соединений $\text{Mo}_4\text{Ga}_{20}\text{Sb}$ и $\text{Mo}_8\text{Ga}_{41}$.

Ядерно-резонансная спектроскопия позволила изучить электронное спаривание в интерметаллидах на основе галлия. В результате релаксационных измерений, для которых была определена модель, описывающая зависимость скорости спин-решеточной релаксации от температуры, был идентифицирован тип спаривания электронов и определены энергии сверхпроводящих щелей.

Результаты проведенных исследований находятся в полном согласии с известными литературными данными и математическими моделями.

Методология работы основывается на комплексном применении ЯМР-спектроскопии и производных методов исследования особенностей строения и свойств сверхпроводящих материалов. Существенная модификация ЯМР-спектрометра позволила получить точные, достоверные и всесторонние данные об электронных особенностях исследуемых соединений.

Практическая значимость определяется тем, что:

- 1) Показано в дополнение к уже известным и устоявшимся методам, что метод ЯМР-спектроскопии может быть успешно применен для исследования электронной структуры сверхпроводников.
- 2) Релаксационные измерения позволили однозначно идентифицировать s -тип электронного спаривания в сверхпроводниках $\text{Mo}_4\text{Ga}_{20}\text{Sb}$ и $\text{Mo}_8\text{Ga}_{41}$.
- 3) Модели, использованные для определения энергий сверхпроводящих щелей в соединениях $\text{Mo}_4\text{Ga}_{20}\text{Sb}$ и $\text{Mo}_8\text{Ga}_{41}$, позволили определить их величину.

Оценка достоверности результатов исследования

Для экспериментальных исследований использовалось современное оборудование и стандартизованные методики ЯМР-спектроскопии. Результаты воспроизводимы и подтверждены публикациями в соавторстве с известными учеными. Результаты работы были представлены на 6-ти российских и международных конференциях, а также находятся в полном согласии с известными литературными данными зарубежных и российских научных групп, что подтверждает высокую достоверность и корректность результатов исследования.

Личный вклад соискателя

Соискатель лично участвовал во всех ключевых этапах работы: постановка цели и задач, проведение экспериментальных исследований, анализ и обработка результатов, подготовка научных статей и докладов. Основная часть представленных в диссертации экспериментальных данных получена автором самостоятельно или с его непосредственным участием.

Основные публикации по теме исследования

Результаты работы опубликованы в 3 печатных работах в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ и в базы Web of Science/Scopus.

Пункт 2.6 Положения о порядке присуждения ученых степеней соискателем учёной степени НИТУ МИСИС не нарушен.

Диссертация Гунбина Антона Викторовича соответствует критериям, указанным в п. 2 Положения о порядке присуждения учёных степеней, принятых в НИТУ МИСИС, так как представленные в ней результаты и выводы, полученные на основании исследований автора, обладают научной новизной, носят фундаментальный характер, имеют важное практическое значение для использования ядерно-резонансных методов исследования для определения особенностей электронного строения сверхпроводников.

Экспертная комиссия, учитывая актуальность, теоретический вклад и уровень научных результатов, пришла к решению о возможности присуждения Гунбину Антону Викторовичу ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния».

Результаты голосования: при проведении тайного голосования экспертная комиссия в составе 5 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за 5, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель Экспертной комиссии



Мухин Сергей Иванович

26.05.2025