

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Пискунова Юрия Владимировича** «Ядерный магнитный резонанс в сверхпроводящих оксидных соединениях с лестничной и перовскитоподобной структурами», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Диссертационная работа Ю.В. Пискунова посвящена исследованию и анализу особенностей электронной структуры в сверхпроводящих соединениях $(\text{Sr},\text{La})_{14-x}\text{Ca}_x\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ и $\text{BaPb}_{1-x}\text{Bi}(\text{Sb})_x\text{O}_3$. Эти соединения проявляют концентрационные переходы металл-сверхпроводник, сверхпроводник-полупроводник, причём в $(\text{Sr},\text{La})_{14-x}\text{Ca}_x\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ могут реализоваться разнообразные магнитные состояния – спиральный магнетизм, коллинеарный антиферромагнетизм, спин-щелевое состояние. Указанная система $(\text{Sr},\text{La})_{14-x}\text{Ca}_x\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ представляет собой пример так называемой «спиновой лестницы» – достаточно редкому объекту в области физики конденсированного состояния. Актуальность и фундаментальный характер исследований электронной структуры указанных объектов не вызывает сомнений.

Неудивительно, что для понимания механизмов реализации сверхпроводимости и различных магнитных состояний в подобных объектах стандартных методик (магнитометрия, магнито-транспорт, калориметрия, и т.п.), зачастую, бывает недостаточно. И в данной диссертационной работе для понимания особенностей электронной структуры были использованы методы ядерного магнитного резонанса (ЯМР), включая двойной ядерно-ядерный магнитный резонанс (метод двойного ядерно-ядерного резонанса спинового эха), а также ЯМР под рекордно высокими гидростатическими давлениями вплоть до $P = 36$ кбар. Отдельно следует отметить, что ЯМР-исследований, выполняемых при столь высоких гидростатических давлениях, в мире весьма мало. Они требуют от исследователя нестандартных подходов и высокого экспериментального мастерства.

Среди результатов, полученных в диссертационной работе Ю.В. Пискунова, стоит отметить следующие. 1). Для купрата $\text{Sr}_{14-x}\text{Ca}_x\text{Cu}_{24}\text{O}_{41}$ установлено распределение носителей заряда в зависимости от температуры, содержания кальция и давления. Основная роль гидростатического давления в формировании сверхпроводящего состояния в этом соединении заключается в дополнительном допировании слоя Cu_2O_3 дырками, в диссоциации квазичастичных пар и делокализации носителей. 2). Методом ЯМР показано, что в металлооксидах $\text{BaPb}_{1-x}\text{Bi}_x\text{O}_3$ присутствуют локальные искажения кристаллической структуры, связанные с поворотами октаэдров $\text{Bi}(\text{Pb})\text{O}_6$ вокруг осей кубической решетки. 3). Получены доказательства того, что в оксидах $\text{BaPb}_{1-x}\text{Bi}(\text{Sb})_x\text{O}_3$, при частичном замещении свинца висмутом или сурьмой, развивается локально неоднородное по кристаллу состояние электронной системы. Дано качественное объяснение концентрационных переходов металл – сверхпроводник, сверхпроводник – полупроводник.

Есть два замечания.

Действительно, большим достижением работы является рекордное для ЯМР-измерений гидростатическое давление 36 кбар. И в Выводах, а также в Положениях, выносимых на защиту, это очевидное достижение лучше было бы объединить с другим выводом, имеющим отношение к эксперименту (например, вывод №3, а не №1).

Сверхпроводники $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x\text{BiO}_3$, $\text{BaPb}_{1-x}\text{Bi}_x\text{O}_3$ проявляют ряд свойств, не присущих, ни

«классическим» БКШ-сверхпроводникам, ни высокотемпературным сверхпроводникам. В них наблюдаются явления типа «возвратной сверхпроводимости» при изменении внешнего поля, транспортного тока и температуры. Иными словами, есть диапазон указанных параметров, в которых сверхпроводимость сильно подавляется (например, с ростом внешнего магнитного поля), а затем система вновь ведёт себя как «вполне обычный сверхпроводник». Такое поведение было впервые обнаружено и объяснено сотрудниками ФИАН (ЖЭТФ 106, 684 (1990), Письма ЖЭТФ (ЖЭТФ 137, 664 (2010)). Выделенный выше результат 3). диссертационной работы, возможно, согласуется с идеей о неоднородном состоянии и электронном фазовом расслоении в этих сверхпроводящих системах. Хотелось бы видеть интерпретацию полученных в работе результатов с точки зрения фазового расслоения.

Указанные замечания никак не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Ю.В. Пискунова. Результаты, представленные в автореферате, являются оригинальными, обоснованными, несут в себе новые знания и соответствуют заявленным целям и задачам. Работа выполнена на высоком уровне, удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, безусловно, заслуживает искомой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Даю своё согласие на обработку персональных данных.

Директор обособленного подразделения
Институт физики им. Л.В. Киренского
Федерального Исследовательского Центра
Красноярский Научный Центр
Сибирского Отделения
Российской Академии Наук
д.ф.-м.н., (01.04.07 – физика конденсированного состояния)

Балаев Дмитрий Александрович,

27.12.2020

Адрес:

Институт физики им. Л.В. Киренского
660036, Красноярск, Академгородок 50, стр. 38.
Тел. 8(391) 243-26-35
E-mail: dir@iph.krasn.ru

Подпись Д.А. Балаева заверяю

Ученый секретарь ИФ СО РАН к.ф.-м.н. Злотников А.О.

С о м з о в о м о з н а ч и м л е н 09.01.2020

(П и с к у н о в Ю. В.)