

Отзыв официального оппонента о диссертации Ф.Н. Буханько

«ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В НИЗКОРАЗМЕРНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ И СПИНОВЫХ СИСТЕМАХ С КОНКУРИРУЮЩИМИ ПАРАМЕТРАМИ ПОРЯДКА»

Представляемый к защите труд Ф.Н. Буханько посвящен актуальной проблеме физики твердого тела – экспериментальному изучению и анализу состояния многокомпонентных систем, определяемого многообразием в них структурных особенностей и электрических и магнитных взаимодействий. Именно многообразие этих факторов дает, в частности, надежду на дальнейший прогресс в области высокотемпературной сверхпроводимости по пути дальнейшего продвижения в область сверхпроводимости «еще более высокотемпературной», что является одной из центральных задач физики твердого тела, а также позволяет надеяться на появление новых сенсорных устройств для практического применения. Научный материал, нашедший отражение в диссертации, «добыт» диссертантом при комплексном подходе к исследованиям, применяя различные экспериментальные методы исследования, такие как рентгеноструктурный анализ, электрические и магнитные измерения электронных и магнитных характеристик с помощью ЭПР, измерения высокочастотного импеданса, использование постоянных и импульсных магнитных полей.

Диссертация изложена на 328 страницах, разбита на шесть глав (разделов) с введением и общими выводами (заключением), содержит 76 рисунка и список литературы из 265 названий.

Из общего количества экспериментальных и научных результатов я бы выделил следующие, отличающиеся несомненной новизной:

1. Найдены пороговые значения кислородного индекса, при которых возникало резкое изменение свойств купратов $R\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ ($R = \text{Y, Dy, Gd}$; $6.0 < y < 7.0$), выразившееся в наблюдении аномалий на концентрационных y -зависимостях параметров решетки, температуры перехода в сверхпроводящее состояние, СВЧ диэлектрической проницаемости и спектров ЭПР. Интерпретация наблюдаемых особенностей, предложенная диссертантом и использующая представления об образовании упорядоченных структур кислорода в CuO_x слоях, представляется весьма обоснованной.

2. В системах допированных купратов подтверждена связь структурного фазового перехода из тетрагональной фазы в ромбическую с электронным переходом диэлектрик-металл и появлением сверхпроводимости.

3. Наблюдены пороговые особенности СВЧ электронных и магнитных свойств купратов, свидетельствующие о формировании в металлических CuO_2 - слоях 1D

периодических страйп-подобных структур зарядов и спинов. Найдено значение кислородного индекса ($y=6.5$), предполагающее стабилизацию периодической орто-II сверхструктуры в предположении пининга страйпов.

4. В микроволновом диапазоне электромагнитных волн в образцах $YBa_2Cu_3O_{6.9}$ при температурах ниже критической температуры перехода в сверхпроводящее состояние $T_c = 90$ К обнаружено возрастание СВЧ импеданса, указывающее на фазовый переход из диамагнитного к парамагнитному эффекту Мейснера.

5. Наблюдено качественное отличие температурных зависимостей высокочастотной магнитной восприимчивости в области фазового перехода из высокотемпературной парамагнитной фазы в низкотемпературную ферромагнитную фазу в образцах $La_{1-x}Ca_xMnO_3$, синтезированных в режимах оптимального и слабого допирования. Это позволило установить критическую концентрацию Ca, ($x=0,15$) в области которой в лантановых манганитах реализуется фазовый переход диэлектрик-металл. Построена магнитная T - x фазовая диаграмма, согласно которой рост концентрации Ca выше этого значения должен приводить к фазовому переходу первого рода из металлического ФМ состояния в квазидвумерную диэлектрическую АФМ фазу вблизи значения $x_{c2} \cong 0.5$.

6. Обнаружено, что изовалентное замещение ионов лантана редкоземельными ионами с меньшим радиусом (в частности, празеодима) у лантановых манганитов приводит к ряду структурных, электронных и магнитных фазовых превращений, идентифицируемых автором по наблюдаемым сингулярностям в виде пиков и изгибов концентрационных зависимостей магнитных и структурных свойств. Можно согласиться, что они свидетельствуют о наличии фрустраций в основном состоянии, связанных с образованием спиновых квазидвумерных структур.

7. Установлено, что магнитная T - y фазовая диаграмма допированных стронцием систем $R_{0.55}Sr_{0.45}MnO_3$ ($R = Nd, Sm, Gd$) с малым структурным беспорядком ассиметрична и содержит характерные признаки “гигантских“ квантовых флуктуаций электронных и магнитных параметров порядка вблизи границы существования металлической ФМ фазы и диэлектрической АФМ фазы, а в образцах системы $(Sm_{1-y}Gd_y)_{0.55}Sr_{0.45}MnO_3$ с $y = 0.5, 0.6$ и 0.7 при температурах ниже 50 К возникает смешанное состояние двух фаз - упорядоченной АФМ фазы CE -типа с зарядовым и орбитальным порядком и неупорядоченной квантовой фазы.

К некоторым недостаткам диссертации, на на мой взгляд, можно было бы отнести некоторое многословие, предваряющее собственные результаты и их обсуждение. . Так, в частности, обзорному описанию эффекта Костерлица-Таулеса, уделено почти 15 страниц

(§2, стр. 78-92), что, на мой взгляд, не совсем пропорционально весу полученных результатов по этой теме. Последние носят, скорее, качественный характер, поскольку идентификация топологического фазового перехода в керамиках купратов весьма проблематична в виду неоднозначности как сценариев вихревого состояния, так и межгранульного взаимодействия.

Несмотря на замечания, высказанные мною выше, а также ряд других малосущественных погрешностей стиля изложения, они не отражаются на моем общем положительном впечатлении от диссертации.. Оно основано на том, что представленное исследование содержит, прежде всего, оригинальные экспериментальные результаты, а также фундаментальные результаты их анализа, основанные на достаточно глубоком физическом понимании проблем смешанного состояния структур с многообразием электронных и магнитных взаимодействий . Эти результаты прошли достаточно авторитетную апробацию на различных научных форумах, публиковались в ведущих международных журналах и являются, таким образом признанными. По своему научному уровню диссертация, на мой взгляд, удовлетворяет требованиям ВАК Украины , а ее автор Фёдор Николаевич Буханько заслуживает присвоения ему ученой степени доктора физико-математических наук.

В автореферате точно и достаточно полно отражено содержание диссертации.

Рецензент проф. Ю.Н. Цзян

