

ОТЗЫВ

об автореферате диссертации М.М. Коршунова «Исследование связи магнетизма и необычной сверхпроводимости в многоорбитальных моделях слоистых соединений переходных металлов», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

Примерно тридцать лет назад в среде физиков-теоретиков велись активные дискуссии вокруг проблемы «мирного» (и не очень) сосуществования сверхпроводимости и ферромагнетизма в так называемых возвратных (или реентрантных) соединениях переходных металлов. К примеру, только в нашей стране тогда обсуждались по крайней мере четыре разные точки зрения на природу наблюдаемых явлений. В дальнейшем споры поутихли, главным образом, в связи с открытием высокотемпературной сверхпроводимости в купратах. Хотя за прошедшие 20 лет сделано очень много, своей «Теории БКШ» для этого класса сверхпроводников все еще нет. Зато выработано очень много подходов и накоплен колоссальный экспериментальный материал. Поэтому естественными стали попытки использовать весь этот опыт для описания нового, по сути родственного, класса сверхпроводников - соединений содержащих ионы железа. Задача новая, естественно, идет накопление опытных данных, поиск теоретических подходов. Актуальность этой деятельности никаких сомнений не вызывает, энтузиазм исследователей нужно всячески приветствовать. Эти слова можно полностью отнести к работам Максима Михайловича Коршунова.

На суд диссертационного совета представлен результат интенсивного восьмилетнего (судя по списку публикаций) труда, посвященного решению методами теоретической и математической физики ряда актуальных задач, связанных с описанием свойств сверхпроводящих купратов и родственных соединений, характеризующихся необычными электронными (спиновыми) свойствами.

В рамках краткого отзыва нет никакой возможности подробно рассмотреть результаты, полученные автором диссертации, поэтому придется ограничиться лишь перечислением некоторых из них.

Для недодопированных купратов показано, что концентрационный переход от мотовского диэлектрика к ферми-жидкостному режиму претерпевает два квантовых перехода при определенных концентрациях допирования.

В рамках построенной многозонной модели кобальтитов рассмотрено влияние сильных электронных корреляций. Показано, что фазовую диаграмму этого класса веществ можно качественно объяснить в модели коллективизированных электронов с учетом происходящих при допировании изменений топологии поверхности ферми.

Исследовано влияние симметрии сверхпроводящей щели и электронной структуры на динамическую спиновую восприимчивость в слоистом кобальтите $\text{Na}_x\text{CoO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$. Показано, что основной вклад

в магнитный отклик в нормальном состоянии создается антиферромагнитными флуктуациями с большим волновым вектором.

Предсказано возникновение спинового резонанса в неупругом нейтронном рассеянии в сверхпроводниках, содержащих железо.

В двухзонной модели пниктидов исследовано влияние на сверхпроводящее состояние рассеяния на магнитных и немагнитных примесях. Показано, что при конечном значении параметра рассеяния на немагнитной примеси одна из двух щелей в спектре меняет знак, проходя через ноль. Иная картина наблюдается в случае рассеяния на магнитной примеси.

В рамках спин-флуктуационной теории сверхпроводящего спаривания описана фазовая диаграмма железосодержащих соединений и выяснено, какое именно взаимодействие на поверхности Ферми доминирует при различных уровнях допирования.

Даже из этого, далеко не полного перечисления выполненных автором исследований, виден широкий спектр его интересов. Поскольку, на первый взгляд, логика объединения этих работ в одну диссертацию не совсем очевидна, было бы полезно пояснить эту логику в процессе защиты.

Работа Коршунова обширна и разнообразна, естественно, что в процессе ее изучения возникают и другие замечания.

В частности, автор утверждает, что в содержащих ионы железа сверхпроводниках в нормальном состоянии нет псевдощелевой фазы. Это не так, достаточно, например, обратиться к недавно опубликованному обзору (А.А. Kordyuk. ArXiv: 1501.04154), в котором можно найти необходимые ссылки.

Следовало бы более осторожно говорить об обнаруженных автором квантовых фазовых переходах в купратах. Прежде всего, все ВТСП-вещества нестехиометричны и поэтому неоднородны. В этом случае говорить о точке перехода, в общем-то, некорректно. Кстати, примерно 15 лет назад в литературе обсуждался вопрос о размазанных переходах (их принято называть кросс-оверными) между разными ортофазами в псевдощелевой области концентраций кислорода. Наверное, описанные диссертантом переходы связаны именно с этими превращениями. Обсуждение данного вопроса заглохло, поскольку, как тогда считалось, эти переходы к природе сверхпроводимости отношения не имели.

Представляется также некорректным использование термина «сверхпроводник на основе железа». Уместнее было бы писать о сверхпроводниках, содержащих ионы железа. И еще: что автор понимает под несоизмеримыми антиферромагнитными флуктуациями?

Высказанные замечания не снижают общего положительного отношения к рецензируемой работе, а те из них, которые автор диссертации сочтет полезными, он учтет в дальнейшей научной деятельности. Большинство высказанных замечаний связано, на мой взгляд, с недостаточно обширным знакомством автора диссертации с научной периодикой. Это, однако, дело наживное, у М. Коршунова есть возможности обогатить свой научный багаж в обозримое время.

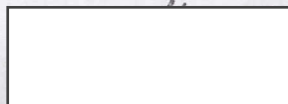
Отдельно следует отметить, что во всех случаях применен адекватный той или иной задаче математический аппарат, что дало автору диссертации хорошую возможность продемонстрировать владение различными методами математической физики.

Результаты, полученные М.М. Коршуновым, широко освещены в научной периодике, многократно докладывались на конференциях высокого уровня и специализированных семинарах. Работы диссертанта вносят существенный вклад в понимание свойств рассмотренных им соединений и займут достойное место в общей мозаике сведений, которые смогут быть востребованы при построении глобальной теории высокотемпературной сверхпроводимости.

Выполненный автором большой объем общественно полезного труда, таким образом, достоин всяческого одобрения.

Подводя итоги сказанному, следует заключить, что представленная работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а автор этой работы Максим Михайлович Коршунов достоин ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Доктор физико-математических наук,
профессор



Л.А. Боярский

Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет

Боярский Леонид Александрович, профессор кафедры физических методов изучения твердого тела физического факультета НГУ – 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2. Телефон 8 913 209 54 48
Электронная почта: boyarskij33@mail.ru.

12 февраля 2015 года

