

**ОТЗЫВ**  
научного руководителя на диссертационную работу  
**Иванцова Ильи Дмитриевича**  
**«Сильные электронные корреляции в нормальной фазе**  
**слабодопированных ВТСП купратов»,**  
представленную на соискание учёной степени  
**кандидата физико-математических наук**  
по специальности 01.04.02 – «Георетическая физика».

Общей целью диссертации И.Д. Иванцова является исследование физики нормальной фазы высокотемпературных сверхпроводников. Актуальность этих исследований состоит в том, что возникающая в некоторой параметрической области нестабильность соответствующего нормального состояния приводит к новому типу сверхпроводимости, наблюданной в допированных купратах. Для того чтобы выявить эту нестабильность, необходимо, прежде всего, понять физику нормальной фазы.

И.Д. Иванцову был поставлен ряд задач по исследованию магнитных и зарядовых свойств нормальной фазы слабодопированных купратах. В диссертации получен ряд оригинальных результатов, представляющих как общетеоретический интерес, так и позволяющих объяснить ряд важных экспериментально наблюдаемых эффектов, характеризующих нормальную фазу высокотемпературных сверхпроводников.

Основной вывод, сделанный в настоящей диссертации состоит в том, что нетривиальные эффекты, наблюдаемые в нормальной фазе слабодопированных купратах, являются следствием сильных электронных корреляций, возникающих в системе вследствие доминирующего локального кулоновского отталкивания электронов на узлах решетки. В частности, показано, что именно сильные электронные корреляции приводят к разрушению антиферромагнитного упорядочения, экспериментально наблюдавшегося уже при очень малом додировании.

Одним из наиболее интригующих проявлений нестандартной физи-

ки слабодопированных купратов является экспериментально наблюдаемая эволюция Ферми поверхности купратов при изменении уровня допирования. И.Д. Иванцовым разработан оригинальный подход, позволяющий качественно описать реконструкцию поверхности Ферми в слабодопированных купратах. Данный метод позволяет воспроизвести как поверхность Ферми в фазе псевдощели, так и изменение ее топологии в фазе волны зарядовой плотности, что объясняет экспериментально наблюдаемое изменение знаков коэффициентов Холла и Зеебека при низких температурах в сильном магнитном поле.

Одной из задач, также успешно решенной И.Д. Иванцовым, явилось объяснение экспериментально наблюдаемых низкочастотных квантовых осцилляций плотности электронных состояний в купратах в фазе волны зарядовой плотности. Оригинальный результат диссертации состоит в том, что этот эффект объясняется замыканием квазичастичных электронных орбит вследствие Брэгговского отражения на границах редуцированной зоны Бриллюэна.

В диссертации также обсуждается нетривиальная физика коррелированных электронов в предельном случае бесконечно сильного кулоновского отталкивания. Показано, что магнитный порядок возникающего основного состояния напрямую зависит от типа граничных условий и характера решетки, что указывает на нетривиальность термодинамического предела в системе сильно коррелированных электронов с короткодействием.

В процессе нашей совместной работы И.Д. Иванцов проявил себя как талантливый, эффективно и интенсивно работающий исследователь, способный самостоятельно решать сложные и нестандартные задачи теоретической физики конденсированных сред. Я бы отметил его ясное и глубокое понимание поставленных физических задач, а также его свободное владение сложным аппаратом квантовых численных расчетов. Именно благодаря этому, ему удалось существенно продвинуться вперед в исследовании чрезвычайно актуальной и сложной проблемы описания нормальной фазы

допированных купратов. В процессе работы над материалом диссертации он успешно освоил большой объем знаний и практических навыков, включающих как новые аналитические методы математической физики, так и современные численные методы расчёта.

Диссертация И.Д. Иванцова удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук, а он сам достоин присуждения степени кандидата наук по специальности 01.04.02 – «Теоретическая физика».

Научный руководитель:  
доктор физ.-мат. наук,  
начальник сектора ЛТФ ОИЯИ

Подпись Е.А. Кочетова заверяю.  
Учёный секретарь ЛТФ ОИЯИ

04.04.2019



Е.А. Кочетов

А.В. Андреев