

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

**Александра Борисовича Ванькова**

«Оптическая спектроскопия сильнокоррелированных двумерных электронных систем в квантующем магнитном поле»

представленной на соискание степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8 «Физика конденсированного состояния»

Диссертация А.Б.Ванькова посвящена исследованию свойств двумерной электронной системы с сильным взаимодействием в режиме квантового эффекта Холла. Влияние взаимодействия является одной из центральных тем в физике конденсированного состояния. Роль взаимодействия особенно важна в низкоразмерных системах, и активно исследуется, как теоретически, так и экспериментально. В диссертации А.Б.Ванькова при помощи новых экспериментальных методов рассматриваются вопросы, связанные с ролью кулоновского взаимодействия в физике двумерных электронных систем в квантующих магнитных полях. На основе проведённых экспериментов, а также численных исследований получен ряд нетривиальных результатов, вносящих существенный вклад в развитие данной области науки и прокладывающих дорогу новым экспериментальным и теоретическим исследованиям. Актуальность и востребованность представленной диссертации не вызывает сомнений.

В диссертационной работе описано большое количество новых интересных экспериментальных результатов, посвящённых свойствам коллективных возбуждений с исследованием влияния сильного кулоновского взаимодействия. Эксперименты выполнялись на структурах  $MgZnO/ZnO$  с высокой степенью чистоты и в режиме сильных кулоновских корреляций, с заметной величиной параметра Вигнера-Зейтца. Новые методы позволили проводить исследования в направлениях, теоретическое понимание для которых находится на ранней стадии развития. Особенно отмечу, что полученные результаты сопровождаются подробной интерпретацией и сравнением с теорией и численным счётом, где это возможно. В диссертации представлены элегантные численные исследования в рамках точной диагонализации, причём автором развиты новые численные методы, позволившие продвинуться в моделировании физики исследуемых систем. Эти методы важны при отсутствии полноценной теории, и полученные результаты дают толчок к её построению.

Автореферат написан ясным языком, все утверждения и выводы автора разъяснены, обоснованы и понятны, изложение ведётся с необходимой степенью подробности. Вместе с тем по тексту автореферата можно сделать следующие замечания:

- в тексте встречаются формулировки и обороты, которых можно было бы избежать и с точки зрения языка, и избавляясь от профессионального жаргона, в том числе это касается выражений «растёт сверхэкспоненциально от параметров», «спиновой экситон», «нижайшие по энергии возбуждения»
- при обсуждении численного подхода с «урезанием» гильбертова пространства полезно было бы привести оценки для размерности редуцированного пространства не только численно для конкретной системы, но и через параметры числа электронов и магнитного потока (для полного гильбертова пространства такая оценка приведена). Это сделало бы более удобной оценку эффективности метода, а также облегчило бы его использование для других систем или систем других размеров.

Приведённые замечания не влияют на высокую оценку качества диссертации. Работа представляет собой крупное научное достижение, её результаты опубликованы в ведущих мировых научных изданиях, в том числе Applied Physics Letters, Physical Review B, Nature Communications, Письма в ЖЭТФ, и многократно докладывались на российских и международных конференциях и научных семинарах.

На основании ознакомления с авторефератом можно заключить, что представленная диссертация «Оптическая спектроскопия сильнокоррелированных двумерных электронных систем в квантующем магнитном поле» удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора наук, а её автор А.Б.Ваньков заслуживает присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8 «Физика конденсированного состояния».

19 октября 2023г.

Ю.Г.Махлин

д.ф.-м.н., член-корр. РАН

заведующий лабораторией, международная лаборатория физики конденсированного состояния НИУ ВШЭ, 101000, г. Москва, ул.Мясницкая, д.20

тел: (495) 772-95-90

e-mail: makhlin@itp.ac.ru

Подпись заверяю



Специальный центр по кадровому департаменту  
Управления персоналом  
А.С. ДЕРГАЧЕВА