

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Савенко Ивана Григорьевича на тему: «Фотоэлектрические явления и сверхпроводимость в гибридных Бозе–Ферми системах на основе двумерных полупроводниковых структур и графена», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8 — Физика конденсированного состояния.

Диссертация Савенко Ивана Григорьевича посвящена теоретическим исследованиям транспортных и фотоэлектрических явлений в твердотельных структурах с квазидвумерными состояниями носителей заряда. **Актуальность** темы исследований определяется недостаточностью фундаментальных представлений о физике взаимодействия многочастичных электронных состояний в таких структурах с электромагнитными полями и перспективой использования новых квазидвумерных структур для создания будущих поколений электронных и оптоэлектронных приборов и устройств.

В диссертации проведено большое число **новых** теоретических разработок, который привели к формированию непротиворечивой картины рассматриваемых явлений, основанной на следующих наиболее важных результатах:

- 1) Построению теоретического описания фотоиндуцированных явлений переноса, специфических для многодолинных двумерных систем. В частности, исследован двухлучевой фотогальванический эффект и оптически индуцированный эффект Холла с учетом внутридолинного рассеяния, релаксации и упругого рассеяния на примесях.
- 2) Предсказании целого ряда явлений, связанных с поглощением энергии электромагнитных колебаний в квазидвумерных объектах, обусловленных, в частности, взаимодействием электромагнитного поля и электронов с фононоподобными возбуждениями (боголюбовскими квазичастицами, или боголонами) в бозе-конденсированных фазах различной природы.

- 3) Теоретическом исследовании возможности перехода в сверхпроводящее состояния в двумерной гибридной Ферми-Бозе системе за счет электрон-электронного взаимодействия через бogoлоны, играющие ту же роль, что и фононы в обычных сверхпроводниках.

Полученные в диссертации результаты существенно расширили фундаментальные представления о физике многочастичных явлений в квазидвумерных системах, перспективных для разработки новых поколений электронных и оптоэлектронных приборов, о транспортных и оптических явлениях в таких системах, что в сумме определяет их высокую **научную и практическую значимость**.

Достоверность результатов и выводов диссертации, подтверждается использованием разнообразных, хорошо апробированных методов теоретической физики и сопоставлением с имеющимися литературными данными. Теоретические разработки диссертации базируются на фундаментальных физических законах и признанных результатах теоретических работ других авторов.

Содержание диссертации изложено на 202 страницах, состоит из Введения, 5 глав и Заключения, содержит список цитируемой литературы из 415 наименований. Диссертация основана на результатах, полученных автором и опубликованных в 24 печатных работах, содержание которых адекватно отражено в тексте диссертации. Изложение материала ведется ясным и понятным языком, хорошо иллюстрировано графиками и диаграммами.

При чтении диссертации возникли следующие **замечания**:

- 1) В обзорной главе 1 со ссылкой на классическую работу Завойского [130] говорится: «Обычный парамагнитный резонанс – это явление, известное из физики электронов в металлах». Однако эксперименты Завойского были сделаны на парамагнитных солях, и затем ЭПР применялся и применяется в основном для исследования парамагнитных центров в диэлектриках и радикалов в органических соединениях. Применение ЭПР в металлах ограничено экранированием переменных электромагнитных полей электронами проводимости.
- 2) На рис.3.8 изображена зависимость тока увлечения экситонов от частоты, но не указано, как он соотносится с экспериментально наблюдаемыми величинами (например, градиентом концентрации экситонов), и каковы характерные масштабы экспериментальных проявлений эффекта.

- 3) В разделе 3.3.1. вводится характерный масштаб a , соответствующий длине рассеяния для случая холодных атомов. При этом не поясняется, чему он соответствует для изучаемой поляритонной системы.
- 4) В разделе 3.5 исследован случай отрицательной константы взаимодействия поляритонов U_1 , в то время как в эксперименте обычно реализуется противоположный случай. В обсуждении говорится, что при $U_1 > 0$ внешнее магнитное поле экранируется поляритон-поляритонным взаимодействием, так что для реализации эффекта ЭПР необходима некоторая критическая амплитуда переменного поля. Но эффект экранирования внешнего поля возникает в результате адиабатической подстройки поляризации (псевдоспина) поляритонного конденсата, так что эффект экранирования должен ослабевать по мере приближения частоты переменного поля к частоте перехода с переворотом псевдоспина одиночного поляритона (соответствующей пику 2 в излагаемой теории). Поэтому мне представляется, что по крайней мере аналог пика 2 должен наблюдаться также и при $U_1 > 0$, даже при малых амплитудах возбуждения.

Эти замечания не снижают общей высокой ценности диссертационной работы. Материалы диссертации И.Г.Савенко опубликованы в высокорейтинговых физических журналах (Physical Review Letters, Physical Review B, Scientific Reports, и др.), представлялись автором на международных конференциях, получили высокую оценку у специалистов.

Считаю, что диссертация Савенко Ивана Григорьевича на тему «Фотоэлектрические явления и сверхпроводимость в гибридных Бозе–Ферми системах на основе двумерных полупроводниковых структур и графена» является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором научных исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области физики конденсированного состояния; решены научные проблемы, имеющая важное фундаментальное значение, что **соответствует** требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а её автор, Савенко Иван Григорьевич, заслуживает присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния».

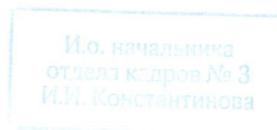
Официальный оппонент,
ведущий научный сотрудник Лаборатории Оптики спина СПбГУ,
доктор физ.-мат. наук (специальность 01.04.10 – физика полупроводников)
Кавокин Кирилл Витальевич.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»
Российская Федерация, 199034,
г. Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7/9
телефон: +78123289701 факс: +78123636098
Адрес электронной почты: experts@spbu.ru

Согласен на передачу персональных данных.

 Кавокин Кирилл Витальевич

01.03 2022 г.

Подпись К.В.Кавокина удостоверяю.



Документ подготовлен
в порядке исполнения
трудовых обязанностей

Текст документа размещен
в открытом доступе
на сайте СПбГУ по адресу
<http://spbu.ru/science/expert.html>