

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Авдеева Ивана Дмитриевича
«Эффекты междолинного смешивания в наноструктурах из халькогенидов свинца»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.02 — «теоретическая физика»

Изучение оптических свойств наноструктурированных систем представляет собой одно из активных направлений исследований в физике конденсированного состояния вещества. Вопросы тонкой структуры экситонных комплексов, механизмов формирования электронных и дырочных g -факторов, влияние многодолинной зонной структуры на оптические свойства новых материалов и низкоразмерных систем на их основе – все это относится к ключевым вопросам оптической спектроскопии наноструктур.

В диссертации И.Д. Авдеева рассматриваются достаточно тонкие эффекты и особенности оптических спектров наноструктур из халькогенидов свинца, основной механизм формирования которых связан с междолинным рассеянием электронов на границе наноструктур. Актуальность исследования подтверждается активным развитием экспериментальных методик синтеза и спектроскопии таких наносистем. В том числе можно отметить недавно опубликованную серию работ по спектроскопии одиночных квантовых точек из сульфида свинца, соавтором которой является И.Д. Авдеев. При этом практическая значимость диссертации не ограничивается объяснением экспериментальных данных. В работе также предсказаны новые явления, такие как гигантское спиновое расщепление подзон размерного квантования в нанопроволках из халькогенидов свинца без центра инверсии. Предложен механизм формирования g -факторов и анизотропных расщеплений основного экситонного уровня в квантовых точках из сульфида свинца. Большое внимание уделено анализу полученных результатов с использованием теоретико-группового подхода.

Наиболее важным с моей точки зрения результатом является модель тонкой структуры основного экситонного уровня, подробный вывод которой представлен в четвертой главе. Эта модель описывается эффективным гамильтонианом, который включает в себя два нетривиальных вклада, описывающих междолинное обменное кулоновское взаимодействие и долинное расщепление одночастичных состояний. Его диагонализация позволяет проанализировать тонкую структуру экситона и распределение силы осциллятора по энергетическим уровням, которые практически полностью совпадают с результатом численного расчета методом сильной связи. Этот результат

органично вписывается в общую структуру диссертации и является обобщением большого количества численных расчетов, описанных во второй и третьих главах.

К недостаткам работы можно отнести отсутствие похожей модели экситона в нанопроволоках, а также то, что в расчете использовалась слишком упрощенная модель поверхностных дефектов для описания экспериментов по магнитофотолюминесценции квантовых точек. Однако эти недостатки не являются существенными и не снижают общей высокой оценки диссертационной работы.

Автореферат написан ясно, хорошим языком и достаточно полно отражает содержание диссертации, которая выполнена на высоком научном уровне. В основе диссертации лежит семь статей в рецензируемых международных журналах (Physical Review B, Nano letters, и др.) и две статьи по близкой тематике. Апробация работы была проведена на всероссийских и международных конференциях и семинарах.

Диссертационная работа Авдеева Ивана Дмитриевича «Эффекты междолинного смешивания в наноструктурах из халькогенидов свинца» удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 — «теоретическая физика».

доктор физико-математических наук по специальности 01.04.10 «Физика полупроводников», в.н.с., заведующий лабораторией теоретической физики
ФГБУН Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН
630090, Россия, Новосибирск, пр. ак. Лаврентьева, 13
+7 (383) 333-32-64, vadimkovalev@isp.nsc.ru

_____/Ковалёв В.М./

29 ноября 2021 г.

Подпись д.ф.-м.н. Ковалёва В.М. заверяю,

Ученый секретарь ФГБУН Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО
РАН, к.ф.-м.н.

_____/Аржанникова С.А./