

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Родиной А.В. «Оптические и спиновые явления в полупроводниковых коллоидных нанокристаллах», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.10 – физика полупроводников

Работа Родиной А.В. посвящена теоретическому исследованию спин-зависимых эффектов в полупроводниковых коллоидных нанокристаллах. Диссертантом получен ряд новых результатов, имеющих принципиальное значение для понимания процессов, связанных с пространственным ограничением носителей заряда в полупроводниковых структурах. На основе этих данных в работе проведен анализ экситонных, трионных и биэкситонных состояний в нанокристаллах CdSe и композитных нанокристаллах CdSe/CdS. Исследованы оптические переходы с участием этих комплексов. Подробно проанализированы правила отбора для соответствующих оптических переходов, а также их зависимость от спиновых состояний частиц в начальном и конечном состояниях. Основная часть представленных в диссертации результатов получена автором впервые.

Однако по работе можно сделать некоторые замечания:

1. На наш взгляд первое научное Положение о расщеплении основного состояния дырки в нанокристалле, имеющем форму эллипсоида вращения, тривиально, т. к. обусловлено просто понижением симметрии гамильтониана при переходе от объемного материала к нанокристаллу.

2. В автореферате (см. Положение 3, стр. 15 и 18) автор говорит об «обменном взаимодействии спина электрона», однако правильно следует говорить об обменном взаимодействии электрона.

3. В работе отсутствует анализ пределов применимости используемой для нанокристаллов 8-зонной  $k_p$ -модели, а также граничных условий, накладываемых на огибающие волновые функции. Автор использует общепринятое континуальное приближение в методе эффективной массы, в рамках которого задача определения спектра носителей заряда в гетероструктуре сводится к решению одного или нескольких (в случае многозонной модели) дифференциальных уравнений для огибающих волновых функций при заданных граничных условиях. Однако строгое рассмотрение показывает, что принципиальное ограничение области  $k$ -пространства в методе эффективной массы зоной Бриллюэна кристалла приводит к тому, что огибающие волновые функции можно

восстановить лишь в дискретных точках  $x$ -пространства – узлах решетки Браве. Поэтому, в отличие от континуального приближения, решение уравнения Шредингера с эффективным гамильтонианом сводится к решению системы алгебраических уравнений и отпадает необходимость в определении граничных условий. Таким образом, в методе эффективной массы положение даже идеальной гетерограницы может быть указано лишь с точностью до величины, равной периоду решетки. Этот результат является точным и обязательно должен учитываться при построении эффективных  $k$ -гамильтонианов гетероструктур.

Кроме того, использованная в работе 8-зонная  $k$ -модель обладает существенным недостатком, т. к. при больших значениях волнового вектора  $k$ , а в континуальном приближении  $k$  стремится к бесконечности, приводит к ложным решениям. Это обусловлено ограничением числа рассматриваемых зон в 8-зонном  $k$ -гамильтониане. Анализ показывает, что более приемлемой моделью является 30-зонная с учетом спина электрона  $k$ -модель.

Сделанные замечания не являются принципиальными, носят рекомендательный характер и не снижают общего хорошего впечатления о диссертации. Автором проведена большая теоретическая работа, основные результаты которой прошли всестороннюю апробацию на Всероссийских и международных конференциях и опубликованы в ведущих журналах у нас в стране и за рубежом.

Считаю, что по актуальности темы, новизне полученных результатов, научной и практической значимости работа полностью удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор – Родина Анна Валерьевна заслуживает присуждения ей ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.10 – физика полупроводников.

Доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры  
микро- и наноэлектроники Санкт-  
Петербургского государственного  
электротехнического университета «ЛЭТИ»  
им. В.И. Ульянова (Ленина)  
197376, С.-Петербург, ул. Проф. Попова, д. 5  
Тел. (812) 234-31-64;  
Эл. почта: [genaglinskii@mail.ru](mailto:genaglinskii@mail.ru)

Глинский  
Геннадий Федорович