

ОТЗЫВ

Члена диссертационного Агекяна Вадима Фадеевича на диссертацию Кавокина Алексея Витальевича на тему «Физика поляритонных лазеров», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Диссертационная работа А. В. Кавокина посвящена теоретическому изучению широкого круга вопросов, связанных с бозе-эйнштейновской конденсацией (БЭК) экситонов. Экситонные поляритоны имеют малую массу, вследствие чего их БЭК достигается при высоких температурах. По этой причине всестороннее исследование свойств БЭК является не только увлекательной научной задачей, но и актуально в практическом отношении.

В статьях, на которых основана диссертационная работа, установлено, что БЭК достигается уже комнатной температуре, теоретически обоснован и реализован поляритонный лазер. Показано, что возникновение конденсата сопровождается усилением линейной поляризации света, выходящего из микрорезонатора. В диссертации предложена модель каскадного лазера на основе БЭК с использованием ловушки параболической формы, в которой моды поляритонного лазера оказываются эквидистантными. Такой тип лазерного излучения удалось наблюдать экспериментально в нитевидном микрокристалле ZnO.

Предсказан спиновый эффект Холла, который возникает вследствие расщепления оптических мод в микрорезонаторе, что приводит к спин-орбитальному взаимодействию поляритонов. Существование этого эффекта подтверждено экспериментально.

Представлены теоретическая модель и эксперименты по реализации оптических аналогов уровней Тамма. Таммовские моды позволяют локализовать оптическое возбуждение в области сформированных на резонаторе полупроводниковых слоев. Изучена система с гибридным экситонным состоянием, возникающим при перекрытии волновых функций экситонов сверхрешетки GaAs и монослоя MoSe₂.

Теоретически рассмотрена возможность участия экситонов в образовании куперовских пар. Экспериментальное подтверждение такого механизма стало бы заметным событием в физике кристаллов.

Исследовано подавление зеемановского расщепления в БЭК поляритонов при наложении внешнего магнитного поля вследствие того, что выстраивание спинов поляритонов воздействует на их взаимодействие. Этот аналог эффекта Мейсснера нашел экспериментальное подтверждение.

В диссертации рассмотрены также особенности сверхтекучего БЭК поляритонов, взаимодействие между локализованными конденсатами, возможность образования БЭК в различных состояниях поляризации.

Вопросы к соискателю:

- Статья [19], в которой изучены оптические аналоги уровней Тамма, называется «Observation of hybrid Tamm plasmon exciton-polariton with GaAs quantum wells and a MoS₂ monolayer», однако из текста статьи роль плазмонов не вполне понятна. Относительно слоев полиметилметакрилата и золота говорится лишь, что их толщины подобраны так, чтобы сверхрешетка GaAs и монослой MoS₂ попали в пучности электрического поля резонатора. Какова роль плазмонов, насколько эффективно они возбуждаются использованным в работе лазером в золотой пленке выбранной толщины?

- В приложении к статье [19] приведен рисунок, из которого следует, что для поляритона на основе сверхрешетки GaAs и монослоя MoS₂ коэффициент Хопфилда сверхлинейно растет в интервале температур 140 – 180 К, при этом уровни экситонов сверхрешетки и монослоя сдвигаются линейно и расстояние между ними изменяется незначительно. Связан ли резкий рост коэффициента Хопфилда с температурным изменением отстройки экситонов от фотонной моды, с температурным ослаблением экситонов или причина в другом?

Изложенные в диссертации теоретические исследования, охватывают широкий круг явлений, связанных с БЭК поляритонов, эти исследования вносят значительный вклад в оптику полупроводников. Большая часть полученных автором результатов уже нашла экспериментальное подтверждение. Представлен список из 36 основных статей по теме диссертационной работы, которые опубликованы в журналах с высоким рейтингом.

Диссертация Кавокина Алексея Витальевича на тему: «Физика поляритонных лазеров» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Кавокин Алексей Витальевич заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры физики твердого тела Санкт-Петербургского Государственного Университета

Агемян В. Ф.

07.11.2022



Личную подпись
В.Ф. Агемян
заверяю
И.О. начальника отдела кадров ИФЭ
И.И. Константинова

07.11.2022