

РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу

Шенцева Александра Михайловича

«Энергетический спектр и транспорт экситонов в муаровых сверхрешетках»

Двумерные кристаллы и ван-дер-ваальсовы гетероструктуры на их основе в настоящее время широко исследуются как теоретически, так и экспериментально. Качественно новым физическим эффектом, возникающим в таких системах, является муар (moiré) – возникновение латеральной сверхрешетки, обусловленное малым, но конечным рассогласованием постоянных кристаллических решеток и разворотом соседних слоев относительно друг друга в двуслойных гетероструктурах. В бакалаврской работе А.М. Шенцева сформулированы и успешно решены две взаимосвязанные и актуальные задачи:

- нахождение энергетического спектра экситонов в муаровой сверхрешетке;
- расчет коэффициента диффузии экситонов в такой системе.

Работа обладает значительной актуальностью, а полученные в ней результаты - новизной. Автором рассмотрен необычный механизм переноса, присущий именно экситонам: «прыжки» между узлами решетки, обусловленные рекомбинацией экситона, локализованного на одном узле, распространением фотона и последующей генерацией экситона на другом узле. В актуальной области расстояний между узлами решетки это приводит к матричному элементу переноса, спадающему как третья степень расстояния между узлами, что качественно отличает описанную ситуацию от стандартного туннелирования с экспоненциально малыми матричными элементами переноса. Более медленное спадание с расстоянием матричного элемента переноса приводит к качественным особенностям как в дисперсии экситонов (линейная зависимости энергии от квазиимпульса), так и в их диффузии (неэкспоненциальная температурная зависимость коэффициента диффузии от температуры в прыжковом режиме).

В целом ВКР производит благоприятное впечатление, имеются замечания:

1. Строго говоря, эффективный потенциал, возникающий в результате эффекта муара, не является периодическим. Однако, в работе он описывается как периодический. Насколько применимо использованное приближение?
2. В работе исследуется рассеяние экситонов на фононах. Поэтому, было бы интересно исследовать, влияет ли муар, а если влияет, то как, на спектр фононов и электрон-фононное взаимодействие. Это, по моему мнению, послужило бы интересным продолжением данной работы.

3. Выпускная квалификационная работа А.М. Шенцева содержит более 100 пронумерованных формул. Многие из них носят промежуточный характер, и могли бы опущены без потери смысла.


Эти замечания не снижают высокой оценки ВКР, они скорее подчеркивают высокий уровень и сложность проведенных исследований, а также являются пожеланиями для дальнейших исследований.

Считаю, что выпускная квалификационная работа А.М. Шенцева заслуживает оценки «отлично», а ее автор – соответствующей квалификации.

Рецензент:

Семина Марина Александровна, д.ф.-м.н.

внс ФТИ им. А.Ф. Иоффе



(подпись рецензента)

«20» июня 2024 г.



Подпись Семиной М.А. удостоверяю
зав.отделом кадров ФТИ им.А.Ф.Иоффе

М.А. Семина | Н.С. Буценко