

РЕЦЕНЗИЯ на выпускную квалификационную работу
Шенцева Александра Михайловича
«Теория переходов между ферми-поляронными состояниями в
двумерных полупроводниках под действием излучения»

Оптические свойства двумерных материалов в последние десятилетия вызывают значительный интерес как с точки зрения экспериментальных, так и теоретических исследований. Данный интерес обусловлен широкими возможностями применения двумерных материалов в современной оптоэлектронике. Среди двумерных материалов отдельно следует выделить структуры на основе монослоев дихалькогенидов переходных металлов, что обусловлено их яркими оптическими свойствами, которые напрямую связаны с особенностями формирования и эволюции различных кулоновских комплексов с большими энергиями связи (экситонов и трионов). В настоящий момент в этих структурах существует ряд нерешенных вопросов, связанный с особенностями переходов между кулоновскими комплексами. Выпускная квалификационная работа бакалавра А.М. Шенцева нацелена на построение теории конверсии трионов в экситоны с учетом многочастичных корреляций в результате воздействия внешнего терагерцового излучения. Эта работа безусловно является новой и актуальной.

В работе получен ряд новых оригинальных результатов, среди которых можно выделить следующие: показано, что прямой терагерцовый переход между трионом и экситоном имеет пороговый характер, определена его частотная зависимость, обусловленная корреляциями в конечном состоянии, при этом примесное и фононное уширение размывает порог и подавляет многочастичные эффекты. Наряду с прямым механизмом, рассмотрен косвенный процесс ударной диссоциации трионов горячими электронами, который имеет активационную экспоненциальную зависимость от температуры. Обнаружено, что экспоненциальная чувствительность ударной диссоциации к температуре приводит к почти ступенчатому изменению стационарных концентраций электронов и трионов. В сочетании с более низкой подвижностью тяжёлых трионов по сравнению со свободными электронами это обуславливает бистабильность температуры системы при её разогреве электромагнитным полем. Таким образом, установлены ключевые механизмы и нелинейные режимы переключения между связанными состояниями в системе электрон–экситон–трион, важные для понимания терагерцовой динамики полупроводников.

В качестве замечания отмечу некоторую неаккуратность в оформлении работы (нескомпилированные ссылки в тексте, на рисунках и на подписях к рисункам панели обозначены различными буквами). Кроме того, было бы интересно провести более

подробное сравнение результатов теоретического анализа с имеющимися экспериментальными работами. Представленные замечания/пожелания не снижают высокой оценки ВКР, которая содержит оригинальные и интересные научные результаты.

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

Рецензент:

Манцевич Владимир Николаевич, д.ф.-м.н., доцент

профессор кафедры физики полупроводников и
криоэлектроники физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

«19» июня 2026 г.

Подпись профессора
зав

Ведущий специалист
по кадрам

