

ОТЗЫВ

об автореферате диссертации **В.М. Муравьева**
**«Релятивистские плазменные волны и новые плазмон-поляритонные
эффекты в двумерных электронных системах»**
представленной на соискание учёной степени
доктора физико-математических наук
по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

Физика полупроводников последних десятилетий фактически стала физикой полупроводниковых структур пониженной размерности. Исследования таких структур стали чрезвычайно интересными с научной точки зрения и перспективными для применений благодаря значительному прогрессу полупроводниковой технологии. Их малые размеры приводят к кардинальной перестройке энергетического спектра и к возникновению принципиально новых физических явлений, которые трудно, а зачастую невозможно наблюдать в объемных полупроводниках. Исследования низкоразмерных электронных систем открывают новые возможности практического их использования, в особенности для освоения терагерцового (ТГц) диапазона частот электромагнитных волн.

ТГц диапазон представляет особый интерес для множества приложений. Излучение этого диапазона может применяться для дистанционного экологического мониторинга, глобальных метеорологических наблюдений, в радарных системах, в астрономии космического базирования, в медицине, в лабораторных приборах для молекулярной спектроскопии и во многих других областях. Тем не менее, этот диапазон частот до сих пор остается наименее изученным и используемым в приложениях. Одной из возможностей значительно повысить быстродействие современных полупроводниковых устройств является использование для генерации и детектирования ТГц излучения двумерных плазменных волн. Скорость их распространения примерно на два порядка величины превышает максимально достижимую дрейфовую скорость в GaAs и Si. Исследование и разработка плазмонных полупроводниковых устройств является крайне актуальной задачей для освоения терагерцового частотного диапазона.

Диссертационная работа В.М. Муравьева посвящена как раз исследованию коллективных плазменных и плазмон-поляритонных возбуждений в двумерных электронных системах. Обнаружен и исследован целый ряд новых плазменных явлений в двумерном электронном газе (ДЭГ), среди которых наиболее интересными, по нашему мнению, являются следующие. Обнаружено новое семейство плазменных возбуждений в двумерной электронной системе с металлическим затвором, расположенным вблизи ДЭГ и частично его экранирующим - «проксимити» плазмоны (proximity plasmons), изучены их физические свойства в структурах с затворами различной геометрии (полоски, диски или кольца). В ДЭГ структур AlAs/AlGaAs с большой подвижностью электронов обнаружены и исследованы гибридные двумерные плазмон-поляритонные возбуждения с рядом необычных свойств, возникающие из-за взаимодействия плазменной волны со светом за счет эффектов запаздывания. Обнаружено плазменное возбуждение принципиально нового типа с аномально малым затуханием (вплоть до комнатной температуры), возникающее в ДЭГ в режиме сильного запаздывания — релятивистский плазмон. Обнаружено и исследовано новое семейство низкочастотных плазменных мод - акустические краевые магнитоплазмоны. Установлено, что эти моды ярче всего проявляются в режиме квантового эффекта Холла. С помощью разработанной автором оригинальной методики обнаружено возникновение "тёмных" (с нулевым дипольным моментом) осесимметричных плазменных колебаний в одиночных дисках двумерных электронов и исследованы их дисперсия и затухание, а также проявление эффектов запаздывания. Разумеется, в работе получена масса и других сведений, интересных как для понимания происходящих процессов, так и с прикладной точки зрения.

Таким образом, в диссертационной работе В.М. Муравьева получен целый ряд новых и очень интересных результатов. Их достоверность подтверждается как перекрестным характером проведенных опытов, так и сопоставлением с детальными расчетами, проведенными при участии автора. Диссертация В.М. Муравьева представляет собой законченную фундаментальную научную работу в новом актуальном направлении физики полупроводников. Автор обнаружил и объяснил целый ряд новых красивых эффектов, возникающих за счет возбуждения плазменных колебаний в двумерном электронном газе гетероструктур. Результаты изложены в 40 статьях, опубликованных в ведущих зарубежных и отечественных журналах, входящих в международные базы Scopus и WOS, и широко известны по многочисленным докладам на конференциях. Все сказанное позволяет утверждать, что данная диссертационная работа удовлетворяет всем критериям, установленным для докторских диссертаций в п.9 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013, а её автор, Муравьев Вячеслав Михайлович, безусловно заслуживает присуждения ему учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Мирон Соломонович Каган



Доктор физ.-мат.наук (специальность 01.04.10 - «физика полупроводников»), зав. лаб. электронных процессов в полупроводниковых материалах,

Институт радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова Российской академии наук
125009 Москва, Моховая ул., 11, стр. 7

Тел.: +7 495 6293361

E-mail: kagan@cplire.ru

Отзыв удостоверяю

Ученый секретарь ИРЭ РАН,

к.ф.-м.н (И.И.Чусов)

10 сентября 2021 г.



(подпись)

И.И. Чусов

расшифровка подписи