

## Отзыв

### на автореферат диссертации Попова Михаила Рудольфовича «КВАНТОВЫЙ ЭФФЕКТ ХОЛЛА В ОДИНОЧНЫХ И ДВОЙНЫХ КВАНТОВЫХ ЯМАХ НА ОСНОВЕ ТЕЛЛУРИДА РТУТИ»,

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 Физика полупроводников

Диссертация посвящена экспериментальному исследованию магнитотранспортных явлений и особенностей энергетического спектра гетероструктур на основе квантовой ямы HgTe в слабых перпендикулярных и наклонных магнитных полях, а также в режиме целочисленного квантового эффекта Холла.

Объектами исследования в диссертации являются гетероструктуры с высокой подвижностью на основе теллурида ртути, в которых путем изменения ширины квантовой ямы HgTe, могут быть достигнуты переходы между фазами обычного (зонного) изолятора, топологического изолятора и полуметалла. Действительно, при критической толщине квантовой ямы 6.3 нм происходит топологический фазовый переход от двумерного зонного изолятора с «нормальным» порядком зон к двумерному топологическому изолятору (TI) с «инвертированной» зонной структурой.

В диссертации представлено первое экспериментальное исследование системы с двумя квантовыми ямами, состоящей из двумерных слоев HgTe с инвертированным энергетическим спектром. Несмотря на сложность энергетического спектра такой системы, автор, применив напряжение на затворе, осуществил еще и сдвиг всей картины энергетического спектра в верхнем слое HgTe (который находится ближе к затвору) относительно аналогичного энергетического спектра нижнего слоя HgTe, что привело к изменению перекрытия подзоны проводимости в одном слое и валентной подзоны в другом. Все полученные в диссертации экспериментальные результаты подкреплены сложными расчетами энергетических спектров..

Особый интерес представляют аномалии квантового эффекта Холла, исследованные в двойных квантовых ямах  $p$ -HgTe/CdHgTe со слоями HgTe критической толщины  $d \approx d_c = 6.3$ – $6.5$  нм, т.е. когда в таком одиночном слое формируется энергетический спектр Дирака. Установлено, что эти аномалии обусловлены необычным видом энергетического спектра двойной квантовой ямы в этом случае. Проведен тщательный анализ энергетического спектра и выявлены причины, ответственные за возникновение наблюдаемых аномалий.

В целом диссертационная работа Попова Михаила Рудольфовича представляет тщательно выполненное научное исследование.

Результаты диссертации апробированы на многих российских и международных конференциях и опубликованы в научных журналах.

Диссертационная работа Попова Михаила Рудольфовича, судя по автореферату, соответствует паспорту специальности 1.3.11 Физика полупроводников по физико-математической отрасли наук и требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, предъявляемым к диссертантам на соискание ученой степени кандидата наук. а ее автор Попов Михаил Рудольфович безусловно заслуживает присуждения искомой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 Физика полупроводников.

Доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории кинетических явлений в твердых телах при низких температурах Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе Российской академии наук

Дричко Ирина Львовна

1

«20» ноября 2023 г.

Почтовый адрес: 194021, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.26, Федеральное государственное бюджетное учреждения науки Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе Российской академии наук

Е-mail: [irina.l.drichko@mail.ioffe.ru](mailto:irina.l.drichko@mail.ioffe.ru)

Тел: +7 (921)-927-4315

Подпись Дричко И.Л. удостоверение  
зав.отделом кадров ФТИ им.А.Ф.Иоффе

Суржаева Е.М.

«20.11.2023»