Транспорт через сетку топологических каналов в HgTe квантовых ямах критической толщины

Квон З.Д.^{1,2}, Гусев Г.М.³, Энтин М.В.¹, Михайлов Н.Н.^{1,2}

¹ ИФП СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13

² Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2

³ Instituto de Fisica da Universidade de S~ao Paulo, 135960-170, S~ao Paulo, SP, Brazil

DOI 10.34077/Semicond2019-477

В данной работе показано, что транспорт бесщелевых дираковских фермионов в HgTe квантовых ямах с толщинами 6.3 нм - 6.4 нм, близкими к критической, соответствующей переходу от прямого к инверсному спектру, хорошо описывается в точке зарядовой нейтральности (ТЗН) моделью сетки топологических каналов. Как недавно показано в работе [1], подобная сетка может возникать в указанных системах из-за наличия флуктуаций толщины квантовой ямы. Измерения неровностей поверхности HgCdTe, на которой выращивается HgTe квантовая яма, показывают, что их высота может достигать нескольких межплоскостных расстояний. Тот факт, что подобные неровности сохраняются и на границе HgTe/HgCdTe подтверждается измерениями подвижности при концентрациях электронов $N_s > 3 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-2}$, когда ее поведение определяется именно рассеянием на неровностях. Тогда флуктуации потенциала, вызванные указанными неровностями, могут привести к весьма своеобразному результату для HgTe квантовых ямах с критической толщиной - возникновению сетки топологических каналов, являющихся границей между областями обычного и топологического изоляторов, как показано на Рис.1. Подобная сетка уже давно является предметом теоретических исследований, однако до настоящей работы, ее экспериментальная реализация отсутствовала. В частности, теоретический анализ показывает [2], что обсуждаемая сетка должна иметь удельное сопротивление $\rho = (0.2 - 0.4)e^2/h$. На рис.2 представлены результаты измерения ρ в зависимости от затворного напряжения для целого набора различных образцов, изготовленных на основе квантовых ям толщиной 6.3 нм и 6.4 нм. Хорошо видно, что значения измеренных сопротивлений в максимуме $\rho(V_g)$, когда транспорт может идти только через топологическую сетку, неплохо укладываются в указанный диапазон. В представляемой работе также теоретически показано, что при транспорте через сетку топологических каналов эффект Холла должен быть подавлен, и эксперимент, также проведенный в данной работе, подтверждает сделанное предсказание.

[1] M. M. Mahmoodian and M. V. Entin., *Physica Status Solidi b* (2019).

[2] K. Kobayashi, T. Ohtsuki, H. Obuse, K. Slevin, *Phys.Rev. B* **82**, 165301 (2010).