Спин-резонансный магнитотранспорт в двумерной полуметаллической системе

Моисеев К.Д., Березовец В.А., Голеницкий К.Ю., Аверкиев Н.С.

ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 194021, Санкт-Петербург, Россия

DOI 10.34077/Semicond2019-232

В одиночном разъединенном гетеропереходе II типа на интерфейсе формируется 2D-полуметаллический канал для электронов и дырок, локализованных в самосогласованных квантовых ямах по разные стороны границы раздела. Поскольку энергии локализованных электронов и дырок совпадают, то проникновение волновых функций носителей заряда через гетерограницу приводит к гибридизации состояний вблизи интерфейса и невозможности разделить электронную и дырочную подзоны [1]. В результате перекрытия подзон возникает гибридизационная щель [2]. В квантующих магнитных полях при условии одновременного заполнения первых уровней Ландау для 2D-электронов и пограничных дырочных состояний наблюдается переход из режима проводимости 2D-металла в диэлектрическое состояние в условиях антипересечения дисперсионных кривых для данных состояний. При переходе в диэлектрического состояния проводимость возможна только через “краевые электронно-дырочные состояния” на гетерогранице [3]. Нами был продемонстрирован один из возможных способов визуализации энергетической диаграммы уровней Ландау с учетом их спинового расщепления и взаимных пересечений [4]. В представляемой модели учитывалось, что квантовые ямы имеют треугольную форму, и принималось во внимание квантование тяжёлых дырок в магнитном поле.

В развитие предложенной модели были проведены исследования вертикального (поперечного) и планарного (продольного) магнитотранспорта в сильных магнитных полях (до 35 Т). Из измерений планарного магнитотранспорта видно, что в сильных магнитных полях ($B > 13$ Т) двумерная полуметаллическая система приходит в диэлектрическое состояние, выход из которого приводит к доминированию подсистемы с носителями заряда одного типа проводимости. Тогда, зависимости проводимости для вертикального магнитотранспорта могут отражать в первом приближении структуру веерной диаграммы уровней Ландау полуметаллического канала на интерфейсе. Было показано, что амплитуда спин-резонансного туннельного тока через интерфейс II типа определяется плотностью 2D-состояний электронно-дырочной системы, промодулированной уровнями Ландау. Мы полагаем, что если пороговый выход из диэлектрического состояния связан с делокализацией внешним электрическим полем электронных состояний уровня Ландау, ближайшего к уровню Ферми системы, в условиях квантового эффекта Холла в сильных магнитных полях ($B > 17$ Т), то резонансное прохождение носителей заряда через гетерограницу осуществляется при участии наиболее верхнего из расщепленных уровней Ландау. Выход последнего уровня Ландау для электронов из-под уровня Ферми приводит к прыжковой проводимости через локализованные состояния, которые вызваны гибридизацией интерфейсных электронно-дырочных состояний в условиях модуляции поверхностного потенциала.

[1] Р.А. Сулис, ФТП, **20**, 2008 (1986).

[2] D.J. Barnes et al, Phys. Rev. B, **49**, 10474 (1994).

[3] Н.А. Аверкиев и др., ФТТ, **46**, 2083 (2004).

[4] К.Д. Моисеев, и др., ФНТ, **45**, 179 (2019).