Спиновое расщепление нулевого уровня Ландау в системе однодолинных дираковских фермионов на основе HgTe

Козлов Д.А.^{1,2}, Квон З.Д.^{1,2}, Михайлов Н.Н.¹, Дворецкий С.А.¹, Ziegler J.³, Weiss D.³

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

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

³ Institute of Experimental and Applied Physics, University of Regensburg, 93053, Regensburg, Germany.

DOI 10.34077/Semicond2019-210

В системе однодолинных двумерных дираковских фермионов, формирующихся в квантовых ямах HgTe критической толщины 6.6 нм, исследовано поведение квантового эффекта Холла в магнитных полях до 5 Тл вблизи точки зарядовой нейтральности. Известно, что в системе такого типа величина циклотронной щели между соседними уровнями Ландау зависит от фактора заполнения, в то время как спиновые щели, определяемые эффектом Зеемана, не должны зависеть от фактора заполнения. В данной работе с помощью магнетотранспортных измерений, дополненных результатами емкостной спектроскопии, напрямую дающей информацию о плотности состояний, была проведена экспериментальная проверка этих предсказаний. Обнаружено, что выраженность минимумов продольного сопротивления и плато холловского сопротивления, связанных как с циклотронными, так и со спиновыми щелями, зависит от фактора заполнения. Более подробный анализ показал, что наименее выраженной спиновой щелью обладает щель при нулевом факторе заполнения. Предположено, что указанный факт связан не с величиной щели, а с зависимостью уширения уровней Ландау от положения уровня Ферми. Такая зависимость может быть обусловлена различной эффективностью экранирования электростатического беспорядка подвижными носителями за счет линейно зависящей от энергии Ферми и их плотности состояний. Показано, что в рамках этого предположения беспорядок будет максимальным в дираковской точке и спадать по мере удаления от нее, что качественно совпадает с наблюдаемым поведением. В дальнейшем полученную информацию можно использовать для улучшения качества исследуемых квантовых ям.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 18-72-00189.

Рис.1. Слева - зависимость емкости системы двумерных дираковских фермионов C от затворного напряжения V_g в диапазоне магнитных полей B от 0 до 3 Тл. При 3 Тл отчетливо виден минимум $v=0$ в дираковской точке. Справа - дифференциальная емкость dC в диапазоне магнитных полей до 1 Тл. Стрелками указаны минимумы емкости с соответствующими факторами заполнения.