Спиновая динамика двумерного электронного газа в режиме квантового эффекта Холла

Белых В.В.^{1,2}, Кочиев М.В.¹, Яковлев Д.Р.^{2,3}, Bayer M.^{2,3}

¹ ФИАН, 119991, Москва, Ленинский проспект, 53

² Experimentelle Physik 2, Technische Universität Dortmund, D-44221 Dortmund, Germany

³ ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург 194021, Россия

DOI 10.34077/Semicond2019-295

В полупроводниках без центра инверсии, например, в GaAs, движение электрона приводит к возникновению эффективного магнитного поля, действующего на спин электрона и к спиновой релаксации, которая носит имя Дьяконова и Переля. Таким образом, о характере движения электронов можно судить не только по проводимости образца, но и по спиновой динамике. Например, недавно было обнаружено, что такое «чисто транспортное» явление как слабая локализация электронов приводит к существенному подавлению спиновой релаксации [1]. Другим примером является движение двумерных электронов в сильном магнитном поле, приводящее к квантовому эффекту Холла. В этом режиме было обнаружено замедление поперечной спиновой релаксации на нечетных факторах заполнения уровней Ландау [2,3], которое было объяснено формированием скирмионов и голдстоновской модой.

В настоящей работе мы исследовали как поперечную, так и продольную спиновую релаксацию высокоподвижного электронного газа в GaAs/AlGaAs квантовой яме. Измерения были проведены с помощью расширенной методики накачка-зондирование [4], которая позволила напрямую регистрировать спиновую динамику длительностью до микросекунды с пикосекундным временным разрешением. Мы наблюдали несколько интересных эффектов. (i) В малых магнитных полях (до 0.5 Т) время продольной и поперечной спиновой релаксации монотонно возрастает с полем, и поперечная спиновая релаксация ограничена продольной релаксацией, при этом $T_2^* \approx 2T_1$. Скорость этого нарастания обратно пропорциональна температуре. (ii) При дальнейшем увеличении магнитного поля время поперечной спиновой релаксации T_2^* испытывает максимумы при нечетных факторах заполнения, тогда как время продольной релаксации T_1 максимально при четных факторах заполнения, достигая микросекундных значений. (iii) Вблизи низких факторов заполнения наблюдаются сильные флуктуации сигнала Керровского вращения. Это может быть обусловлено процессами перезарядки образца, протекающими довольно медленно из-за падения проводимости при прохождении уровня Ферми через уровни Ландау [5].

Работа выполнена при поддержке DFG в рамках программы ICRC TRR160 и РФФ (проект №18-72-10073).

[1] V. V. Belykh et al., *Phys. Rev. X* **8**, 031021 (2018).

[2] D. Fukuoka et al., *Phys. Rev. B* **78**, 041304(R) (2008).

[3] A. V. Larionov et al., *Phys. Rev. B* **92**, 165417 (2015).

[4] V. V. Belykh et al., *Phys. Rev. B* **94**, 241202(R) (2016).

[5] V. M. Pudalov et al., *Solid State Commun.* **51**, 713 (1984).