

О статье « Безотражательный квантовый транспорт и фундаментальные ступени баллистического сопротивления в микросужениях Глазман Л.И., Лесовик Г.Б., Хмельницкий Д.Е., Шехтер Р.И. (1988)»

Целью статьи [1] было объяснение квантования кондактанса точечного контакта сформированного в двумерном электронном газе (2DEG). Квантование наблюдалось (см., например, ссылки [2] и [3] в статье) в экспериментах с контактами созданными в GaAs гетероструктурах с помощью наведенного затвором обеднения 2DEG. Двухконтактный кондактанс с приложенным затворным напряжением (последнее контролировало ширину контакта) изменялась ступенями фиксированной высоты $2e^2/h$, составленной из мировых постоянных. Эффект квантования кондактанса представлял собой загадку: во-первых, он наблюдался в отсутствие магнитного поля, так что он имел мало общего с квантовым эффектом Холла, во-вторых, квантование кондактанса было в противоречии с обычными представлениями о дифракции электронов при рассеянии от препятствий.

Предложенное в [1] объяснение предполагало что точечный контакт на самом деле есть сужение 2DEG с границами гладкими на масштабе электронной фермиевской длины волны. Это позволило адаптировать приближение Борна-Оппенгеймера к решению квантовой транспортной задачи для электронов движущихся через сужение. В нашем случае, «медленной» и «быстрой» степенями свободы были, соответственно, движение электрона в направлениях вдоль и поперек сужения. Соответствующее адиабатическое разделение переменных контролировалось малым параметром d/R , т. е. отношением ширины сужения d к радиусу кривизны его границ R . Тот же параметр обеспечивал четкое разделение электронных мод на отражающиеся от сужения и проходящие через него, и, как следствие, обеспечивал остроту ступеней между квантованными плато кондактанса. Ширина ступеней по отношению к ширине плато в принятой модели была порядка $(d/2\pi^2R)^{1/2}$. Заметим здесь счастливое обстоятельство: присутствие малого численного множителя в последней формуле делает ступени острыми даже при $R \sim d$. (Гипотеза гладких границ подтвердилась развитой позднее микроскопической теорией [2] используемого в формировании квантовых точечных контактов электростатического обеднения 2DEG.)

Статья [1] ввела понятие адиабатического электронного транспорта в мезоскопических полупроводниковых структурах. Среди многочисленных приложений этого понятия вероятно наиболее интересны исследования эффектов взаимодействия в квантовых контактах и проволоках, см. [3,4] как примеры ранних работ в этом направлении. Текущий интерес к настоящей статье связан, в частности, с исследованиями мезоскопической термоэдс и эффекта Кулоновского увлечения [5], исследованиями кинетики электронов в одном измерении [6], и с попытками [7] объяснить загадочную "0,7 аномалию" в проводимости квантовых точечных контактов.

[1] Глазман Л.И., Лесовик Г.Б., Хмельницкий Д.Е., Шехтер Р.И. Письма в ЖЭТФ 48, 218 (1988)

[2] L.I. Glazman and I.A. Larkin, Semiconductor Science and Technology 6, 32 (1991)

[3] K.A. Matveev, Phys. Rev. B 51, 1743 (1995)

[4] D.L. Maslov and M. Stone, Phys. Rev. B 52, R5539 (1995)

- [5] A. Levchenko and A. Kamenev, Phys. Rev. Lett. **101**, 216806 (2008)
- [6] A. Imambekov, T.L. Schmidt, L.I. Glazman, Rev. Mod. Phys, **84**, 1253 (2012)
- [7] A.M. Burke, O. Klochan, I. Farrer, *et al.*, Nano Letters, **12**, 4495 (2012)