Межэлектронное взаимодействие и магнетотранспорт в двумерном канале со стенками с изменяемой шероховатостью

Буданцев М.В.¹, Погосов А.Г.^{1,2}

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

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

DOI 10.34077/Semicond2019-205

Электрон-электронное рассеяние, как правило, не влияет на баллистический транспорт структур на основе ДЭГ (двумерный электронный газ) ввиду того, что оно не изменяет импульс электронной системы. В случае, когда ДЭГ высокой подвижности помещен в канал с шероховатыми стенками, межэлектронное рассеяние изменяет электронные траектории. В результате изменяется скорость передачи импульса от электронной системы к шероховатым стенкам канала, что приводит к изменению сопротивления образца [1]. Как правило, изучаются образцы прямоугольной геометрии, шероховатость стенок которых задана в процессе изготовления. В настоящей работе исследовано влияние межэлектронного рассеяния на кондактанс проводящего канала с гладкими, но гофрированными стенками, образующими периодические сужения в ДЭГ. Эффективной шероховатостью таких стенок можно управлять магнитным полем за счет изменения диаметра циклотронной орбиты, который может быть масштаба гофрировки (шероховатые стенки) или меньше (гладкие стенки).

Рис.1. – а) магнетосопротивление образца без греющего тока, б) с подачей греющего тока.

Экспериментальные образцы представляли собой баллистические билиарды типа «гусеница», сформированные серией сужений, образованных двумя рядами антиточек (период 0,6 мкм). Изучено магнетосопротивление полученных образцов в диапазоне температур 4,2-20 К. Показано, что в нулевом магнитном поле повышение температуры электронной подсистемы приводит сначала к некоторому увеличению сопротивления, что обусловлено разрушением траекторий электронов,двигающихся вдоль каналов (аналогично гидродинамическому режиму Кнудсена). Дальнейшее повышение электронной температуры приводит к уменьшению сопротивления. При таком повышении температуры время межэлектронного взаимодействия уменьшается. При этом пристеночные электроны уменьшают передачу импульса электронов шероховатым стенкам от электронов, переносящих ток в центре канала (аналогично режиму Пуазейля в гидродинамике).

Показано, что приложение небольшого магнитного поля приводит к росту сопротивления канала, что связано с ростом интенсивности рассеяния электронов на стенках билиарда. Оказалось, что в магнитных полях также происходит уменьшение сопротивления канала с повышением температуры электронной подсистемы (режим Пуазейля), как и в нулевом магнитном поле, однако более значительное. Более сильную реакцию сопротивления канала на увеличение электронной температуры при приложенном магнитном поле можно объяснить увеличением интенсивности передачи импульса от электронной системы к стенкам, образованным рядами антиточек. По существу, в этом режиме эффективная шероховатость стенок увеличивается, в связи с чем влияние межэлектронного рассеяния на сопротивление канала увеличивается.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 19-02-00800-А, экспериментальное исследование) и госзадания (грант № 0306-2016-0015, изготовление образцов).

[1] Р.Н. Гуржи, УФН, **94**, 689 (1968)