Рассеяние электронов на коллективных возбуждениях конденсата в Бозе-Ферми системах

Villegas K.H.A.¹, Sun M.¹, Ковалёв В.М.^{2,3}, Савенко И.Г.^{1,2}

¹ Institute for Basic Science, Daejeon 34126, South Korea

² ИФП СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13

³ Новосибирский государственный технический университет, 630072, Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20

DOI 10.34077/Semicond2019-370

Изучается новый механизм рассеяния электронов в гибридных Бозе-Ферми системах, состоящих из двумерного электронного газа и Бозе-конденсата не прямых (дипольных) экситонов (Рис. 1). Мы показываем, что рассеяние электронов с участием пары боголонов (возбуждений конденсата) является в некотором диапазоне температур определяющим механизмом, поскольку оно вносит преобладающий вклад в проводимость электронов, по сравнению с одно-богOLONными, фоновыми процессами и процессами рассеяния на примесях, даже при учёте эффектов экранировки [1].

Рис.1. – Система: двумерный электронный газ на расстоянии l от слоя не прямых экситонов. Частицы взаимодействуют посредством кулоновских сил.

Основываясь на теоретической модели Блоха-Грюнрайзена, мы разработали микроскопическую теорию эффекта двухбогOLONного рассеяния электронов, рассматривая графен [2], GaAs и MoS₂ материалы, и определили температурную зависимость сопротивления, которая отличается от традиционной, обусловленной рассеянием электронов на колебаниях решётки (Рис. 2). Отличия особенно явно просматриваются в пределе низких и высоких температур.

Рис.2. – Сопротивление электронного газа как функция температуры для GaAs и MoS₂ для концентрации конденсата 10^9 см^{-2} и концентрации электронов 10^{13} см^{-2} . Чёрные штриховая и штрихпунктирная линии показывают вклады фононов и примесей в сопротивление.

Исследовано влияние различных параметров, таких как плотность конденсатных частиц, концентрация электронов и расстояние между слоями, на температурное поведение сопротивления электронной подсистемы. Показано, что при увеличении плотности конденсата сопротивление, обусловленное взаимодействием электронов с богOLONами, уменьшается. При определенных значениях параметров системы, в частности, концентрации электронов, сопротивление электронного газа определяется, в основном, лишь процессами электрон-2-х-богOLONного рассеяния (Рис. 2).

В работе [1] также обсуждается возможность куперовского спаривания электронов за счет процессов обмена богOLONовскими возбуждениями между ними.

[1] K. H. A. Villegas et al., arXiv:1902.01214 (2019).

[2] M. Sun et al., Phys. Rev. B **99**, 115408 (2019).