

О статье

Магнетосопротивления в двумерных системах

А.И. Ларкин

Письма в ЖЭТФ, том 31, стр 239 (1980)

Д.Е. Хмельницкий

*Cavendish Laboratory, University of Cambridge J.J.Thomson ave,
Cambridge, CB3 0HE, UK*

15 февраля 2015

Направленная в публикацию в январе 1980 года, эта короткая статья завершила разработку в 1979 году того, что позднее стали называть слабой локализацией. Год начался с публикации знаменитой статьи «банды четырех» [1], в которой авторы предложили теорию локализации, основанную на гипотезе о масштабной инвариантности и утверждали, что все состояния в 2D проводнике с произвольным беспорядком локализованы. Микроскопический вывод уравнения масштабирования и аргументы в пользу гипотезы группы перенормировок (RG) были даны в работе [2]. Еще через месяц, Ф. Вегнер [3] предложил - феноменологически - модель теории поля, которая обладала RG, а в пределе слабого беспорядка давала уравнение масштабирования, предположенное авторами работы [1].

Дальнейшее развитие микроскопической теории обнаружило сильную зависимость квантовой поправки к проводимости от магнитного поля [4], которое приводит к подавлению отрицательно поправки к проводимости и, таким образом, приводит к отрицательному магнито-сопротивлению. Это открытие переключило внимание на зависимость сопротивления от магнитного поля, которая дала простой способ для экспериментального изучения всего явления. Оно

также обратило внимание на необходимость обсудить влияние различных факторов на магнито-сопротивление. Через месяц Хиками, Ларкин и Нагаока исследовали влияние спин-орбитального взаимодействия на магнито-сопротивление [5]. И выяснили, что оно меняет свой знак. Теперь, в своей новой работе, Ларкин привлекает внимание к вкладу в магнито-сопротивление поправки к проводимости Маки-Томпсона [6], которая была обнаружена десятью годами раньше. Поправка Маки-Томпсона связана с рассеянием электронов на куперовских парах, которые возникают из-за тепловых флуктуаций. Первоначально эта поправка была изучена при температуре, близкой к критической температуре сверхпроводящего перехода, где она приводит к сглаживанию резкого падения сопротивления. Тем не менее, куперовские пары могут возникнуть из-за флуктуаций и вдали от сверхпроводящего перехода и даже для отталкивательного знака электрон-электронного взаимодействия.

Ларкин отметил, что чувствительность волновой функции куперовских пар к внешнему магнитному полю приводит к дополнительному вкладу в магнито-сопротивление. Зависимость этого вклада от магнитного поля оказалась идентичной той, которая возникает из-за слабой локализации и ее величина зависит от величины силы g электрон-электронного взаимодействия в "куперовском" канале. В результате, величина магнито-сопротивления из-за слабой локализации должна быть исправлена с учетом нового вклада. Фактор a ($a = 1$ для потенциального рассеяния и $a = -0,5$ для случая сильного спин-орбитально взаимодействия) перед стандартным выражением для магнито-сопротивления должен быть заменен комбинацией $a - \beta$. Рассказав об аргументах в пользу нового эффекта и получив формулы, Ларкин демонстрируют - в виде таблицы - результаты численного расчета коэффициента β для различных значений константы связи g . При всех значениях константы связи g , коэффициент β остается положительным.

Результаты этой работы были почти сразу же признаны всеми исследователями и остаются в настоящее время частью широко используемой формулы для магнито-сопротивления.

. References

- . [1] E. Abrahams, P.W. Anderson, D.C. Licciardello & T.V. Ramakrishnan, Phys Rev Lett, 42, 673, (1979)
- . [2] Горьков Л.П., Ларкин А.И., Хмельницкий Д.Е., Письма в ЖЭТФ, том 30, стр 248 (1979)
- . [3] F. Wegner, Z.f Phys., B 35, 207 (1979)
- . [4] B.L. Altshuler, D.E. Khmel'nitskii, A.I. Larkin, P.A.Lee, Phys.Rev., B22, 5142 (1980)
- . [5] S. Hikami, A.I. Larkin & Y. Nagaoka, Progr. Theor. Phys., 63 , 707 (1980)
- . [6] R. Thompson, Phys. Rev., B 1, 327 (1970)