

Скейлинговая диаграмма целочисленного и дробного квантового эффекта Холла

Д. А. Князев

ФИ РАН, Москва, Россия

Несмотря на почти двадцатилетнюю историю, квантовый эффект Холла (КЭХ) остается актуальной проблемой и продолжает привлекать внимание исследователей. За это время было выполнено огромное число как теоретических, так и экспериментальных исследований КЭХ, однако в этой области все еще остается нерешенными целый ряд проблем. Один из наиболее общих подходов к проблеме квантового эффекта Холла был предложен в работах [1] при помощи скейлинговой теории, которая рассматривает эволюцию проводимости эффективно двумерной системы при изменении масштаба ее размеров от микроскопических (квазиклассика) до макроскопических, при которых квантовые эффекты становятся существенными. Эксперименты, выполненные в режиме целочисленного, а затем и дробного КЭХ, выявили удивительную схожесть этих двух эффектов, что послужило толчком к созданию теории композитных фермионов [2] и глобальной скейлинговой теории [3, 4, 5].

До сих пор большинство экспериментальных работ по проверке глобальной скейлинговой теории ограничивались областью целочисленного КЭХ [6, 7, 8, 9, 10]. Чтобы проверить скейлинговую теорию в области дробного КЭХ, нами были проведены эксперименты в сильных магнитных полях и при низких температурах (60–900 мК) на образце с большой подвижностью носителей.

Исследования проводились на GaAs/AlGaAs гетероструктуре с каналом *n*-типа. С помощью напыленного на поверхность кристалла затвора концентрация носителей изменялась почти в пять раз. Концентрация и подвижность двумерных электронов при нулевом затворном напряжении в отсутствии магнитного поля составляли соответственно $n_s = 1.8 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ и $\mu_0 = 1.1 \times 10^6 \text{ cm}^2/\text{Vs}$. В эксперименте были получены серии кривых магнетосопротивления $\rho_{ij}(T, n_s, B)$, каждая серия соответствовала определенной концентрации электронов, а различные кривые одной серии были измерены при различных температурах. Полученные данные использовались для построения фазовой диаграммы на плоскости $(\sigma_{xy}, \sigma_{xx})$ в режиме дробного квантового эффекта Холла. В результате была определена топология фазовой диаграммы в области факторов заполнения $\nu = 0-1$. Экспериментальная фазовая диаграмма согласуется с теоретической [3] только качественно; количественные расхождения могут быть связаны с неоднородностью образца,

а также с неполной спиновой поляризацией системы, в то время как существующая теория применима только для полностью поляризованных по спину систем.

Литература

- [1] D. E. Khmel'nitskii, Pis'ma Zh. Eksp. Teor. Fiz. **38**, 454 (1983) [JETP Lett. **38**, 552 (1983)]; Phys. Lett. A **106**, 182 (1984).
- [2] J. K. Jain Phys. Rev. Lett. **63**, 199 (1989).
- [3] S. Kivelson, D.-H. Lee, and S. Zang, Phys. Rev. B **46**, 2223 (1992).
- [4] B. P. Dolan, Nucl. Phys. B **460**[FS], 297 (1999).
- [5] B. P. Dolan, cond-mat/9809294.
- [6] S. S. Murzin, M. Weiss, A. G. M. Jansen, and K. Eberl, Phys. Rev. B **66**, 233314 (2002).
- [7] S. S. Murzin, M. Weiss, D. A. Knyazev *et al.*, cond-mat/0405215.
- [8] R. J. F. Hughes *et al.*, J. Phys.: Condens Matter. **6**, 4763 (1994).
- [9] S. W. Hwang, H. P. Wei *et al.*, Phys. Rev. B **48**, 11416 (1993).
- [10] R. B. Dunford, N. Griffin, and M. Pepper *et al.*, Physica E **6**, 297 (2000).