

ОЛЬХОВСКАЯ С.И., МОСКАЛЕЦ М.В., докт. физ.-мат. наук

МЕЗОСКОПИЧЕСКИЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ КОЛЛАЙДЕР

На сегодняшний день создан высокоскоростной источник единичных электронов [1], который позволяет управлять поступлением частиц. Если использовать два таких источника, тогда можно инжектировать два электрона и изучать их взаимодействие друг с другом. Принципиальная схема такого устройства приведена в работе [2] и представляет собой модель мезоскопического электронного коллайдера.

Реализуется такая модель в двумерном электронном газе в режиме целочисленного квантового эффекта Холла. В данной модели имеются краевые состояния, подключенные к электронным резервуарам, квантовые точки, которые подсоединены при помощи квантовых точечных контактов (КТК). Потенциалы ловушек $U_{L/R}(t)$ определяют моменты времени, когда инжектируются электроны в краевые состояния. Также в системе имеется центральный КТК с прозрачностью T_C , через который электроны могут взаимодействовать. Информацию о двухчастичных корреляциях в системе несет коррелятор токов $P_{I_2, t_1, t_2} = \langle I_1(t_1) I_2(t_2) \rangle$.

В данной работе исследовалась плотность шума на нулевой частоте – дробовой шум. Особенностью рассматриваемой модели является то, что в симметричном случае, когда ловушки одинаковы, дробовой шум, являющийся результатом квантования заряда и принципа Паули, исчезает, хотя ток присутствует. По отдельности каждая ловушка, к которой приложено переменное напряжение с большой амплитудой, генерирует дробовой шум, величина которого квантуется. Каждая частица, покидающая ловушку в течение одного периода времени, приводит к шуму, равному $e^2 \Omega T_C (1 - T_C)$, где Ω – частота изменения потенциалов ловушек, e – заряд электрона.

Для рассматриваемой системы дробовой шум является суммой шумов от левой и правой ловушек в отдельности, исключая тот случай, когда частицы одного сорта (электроны или дырки), эмитируемые каждой из ловушек, достигают центрального КТК одновременно [3]:

$$P_{12}^0 = -2e^2 T_C (1 - T_C) \Omega \left(2 - \frac{4\Gamma_L \Gamma_R}{t_R^- - t_L^- + \Gamma_R + \Gamma_L} - \frac{4\Gamma_L \Gamma_R}{t_R^+ - t_L^+ + \Gamma_R + \Gamma_L} \right),$$

где величина $\Gamma_{L,R}$ носит смысл полуширины импульса тока, а $t_{L,R}^{\pm}$ определяет моменты времени выхода электрона «-» или дырки «+» из левой или правой ловушки. При симметричных ловушках этот шум полностью подавлен при $t_L^- = t_R^-$, $t_L^+ = t_R^+$.

Список литературы: 1. *J.Gabelli, G.Feve, J.-M.Berroir, B.Placais, A.Cavanna, B.Etienne, Y.Jin, D.C.Glattli*. Violation of Kirchoff's laws for a coherent RC circuit// *Science*. – 2006. – V. 313. – P. 499. 2. *С.И.Ольховская, М.В. Москалец*. Мезоскопический электронный коллайдер// Тези доповідей II Університетської науково-практичної студентської конференції магістрантів Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" (25-27 березня 2008 року): у 3-х т. – Т.2. – Харків: НТУ "ХПИ", 2008. - С. 13-14. 3. *S. Ol'khovskaya, J. Splettstoesser, M. Moskalets and M.Büttiker*. Shot noise of a mesoscopic two-particle collider// *Phys. Rev. Lett.* – 2008. – V. 101. – P. 166802(4).