

Спектр коллективных мод квазиодномерных неупорядоченных сверхпроводников при низкой температуре

А.А.Радкевич

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Рассмотрен спектр коллективных мод квазиодномерного неупорядоченного сверхпроводника при температурах, много меньших величины сверхпроводящей щели, которые являются совместными флуктуациями модуля сверхпроводящего параметра порядка Δ , его фазы φ и электромагнитного поля.

Вычисления проводились в рамках нелинейной сигма-модели в технике Келдыша путём решения уравнений движения теории:

$$[\partial_t \sigma_3 + i\Phi \sigma_0 - i\Delta(i\sigma_2), Q] + D \hat{\partial} (Q \hat{\partial} Q) = 0$$

$$\Delta = \frac{\pi g}{2} \text{tr}(\sigma_- Q)$$

$$U^{-1} V = e^2 v_F \left(\Phi + \frac{\pi}{4} \text{tr}(\sigma_0 \delta Q^K) \right)$$

$$-i\omega \left(\Phi + \frac{\pi}{4} \text{tr}(\sigma_0 \delta Q^K) \right) + \frac{\pi D}{8} \text{tr}(\nabla \sigma_3 \otimes \tau_1 [Q, \hat{\partial} Q]) = 0 \quad , \text{где}$$

$$\Phi = V + \frac{\dot{\varphi}}{2} \quad , \quad A_s = A - \frac{\nabla \varphi}{2} \quad , \quad \hat{\partial} Q = \nabla Q + i[A_s \sigma_3, Q]$$

Здесь σ_i, τ_i — матрицы Паули в пространстве Намбу и в келдышевском пространстве, соответственно, e — заряд электрона, D — коэффициент диффузии, v_F — плотность состояний на уровне Ферми, g — константа связи в теории БКШ, U^{-1} — обратный кулоновский потенциал, V, A — потенциалы электромагнитного поля, $Q_{4 \times 4}(t, t', \vec{r})$ — матричное поле, значение которого на уравнениях движения соответствует квазиклассической функции Грина электронов в сверхпроводнике, δQ^K — отклонение его келдышевской компоненты от своего однородного стационарного среднеполевого значения.

Решены линеаризованные версии приведённых уравнений для энергий возмущений, много меньших, чем сверхпроводящая щель. Полученные решения позволяют найти низкоэнергетический спектр коллективных возмущений в рассматриваемой системе и исследовать влияние квантовых флуктуаций на плотность состояний в ней.

Литература

1. Kamenev A. Field theory of non-equilibrium systems. Cambridge: Cambridge University Press, 2011, 341 с.
2. Kulik I.O. Pair susceptibility and mode propagation in superconductors: a microscopic approach// Journal of Low Temperature Physics, 1981, Vol. 43, Nos. 5/6.
3. Arutyunov K.Yu., Golubev D.S., Zaikin A.D. Superconductivity in one dimension//Physics Reports, 2008, vol.464, p.1-70.