

## Электронный транспорт через джозефсоновский контакт, содержащий димерную структуру

В.В. Вальков, С.В. Аксенов

Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН, 660036, Академгородок 50/38,  
Красноярск, Россия

e-mail: [vvv@iph.krasn.ru](mailto:vvv@iph.krasn.ru), [asv86@iph.krasn.ru](mailto:asv86@iph.krasn.ru)

Джозефсоновские структуры привлекают внимание исследователей возможностью их использования в традиционной электронике и в качестве битов информации в будущих квантовых компьютерах [1]. Одной из важных проблем в этой области является влияние наноразмерных магнитных слоев и отдельных магнитных примесей в диэлектрической прослойке на джозефсоновский ток [2]. В последнем случае значительную роль, в частности, играют переходы между немагнитными и магнитными состояниями, индуцируемые спин-флип процессами в системе [3].

В работе рассмотрена проблема туннелирования куперовских пар через диэлектрическую прослойку, содержащую спиновые димеры. Отдельный димер представляет собой пару спиновых моментов  $S_1$  и  $S_2$ , связанных обменным антиферромагнитным взаимодействием  $J$ , и обладает собственным энергетическим спектром из синглетного и триплетных состояний. Взаимодействие между димерами предполагалось пренебрежимо малым. Влияние джозефсоновского тока на димерные комплексы учитывалось введением s-f-обменного взаимодействия,  $A$ , электрона проводимости, находящегося на внешней орбитали отдельного димера, с каждым из его спиновых моментов (кулоновское взаимодействие между электронами с противоположным спином  $U \rightarrow \infty$ ). Тогда, в результате спин-флип процессов, перенос куперовских пар через прослойку осуществляется на фоне суперпозиции синглетного и триплетных состояний отдельного димера.

Атомная статистика состояний системы димер+электрон описывалась на языке операторов Хаббарда. Это позволило упростить применение теоремы Вика и вычислить средние, определяющие стационарный джозефсоновский ток, с помощью диаграммной техники Келдыша для фермиевских и хаббардовских операторов в представлении Намбу. Полученное выражение для тока Джозефсона и кинетические уравнения учитывают процессы многократного неупругого спин-зависящего рассеяния. В результате самосогласованного расчета чисел заполнения состояний системы исследована эволюция андреевских состояний и проанализированы условия образования л-перехода и скачков тока.

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН "Актуальные проблемы физики низких температур", Российского фонда фундаментальных исследований (гранты № 13-02-00523, № 14-02-31280, № 15-42-04372). Один из авторов (С.В.А.) выражает благодарность стипендии Президента РФ СП-6361.2013.5 за оказанную поддержку.

[1] Terzioglu E., Beasley M.R., IEEE Trans. Appl. Supercond. 8, 48 (1998).

[2] Ryazanov V.V., et al., Phys. Rev. Lett. 86, 2427 (2001).

[3] Kasumov A. Yu., et al., Phys. Rev. B 72, 033414 (2005).