

# ПАРАМАГНОНЫ И РЕЗОНАНСНЫЕ МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА СЛОИСТЫХ ВТСП КУПРАТОВ

Ларионов И. А.

*Институт Физики, Казанский Федеральный Университет, г. Казань,  
420008, Россия*

*Larionov.MRSLab@mail.ru*

Аналитические выражения для динамических спиновых восприимчивостей, полученные методом проекционных операторов Мори-Цванцига [1] в парамагнитном состоянии, анализируются в области легирования от чистого антиферромагнитного диэлектрика до оптимального легированных (максимум  $T_c$ ) высокотемпературных сверхпроводящих слоистых купратов.

Исследовано влияние теплового затухания элементарных возбуждений вида спиновых волн (парамагнонов), обусловленное введением носителей заряда, на магнитный отклик исследуемой системы [2,3,4]. Подчеркивается определяющая роль ближнего антиферромагнитного порядка и его температурная и концентрационная зависимости в магнитном отклике, динамической спиновой восприимчивости, слоистых купратов в интервале частот от ядерного магнитного резонанса до неупругого рассеяния нейтронов. Рассчитаны вклады в скорость спин-решеточной релаксации, обусловленные антиферромагнитными спиновыми флуктуациями и спиновой диффузией, при этом вклад от локализованных моментов даже в области легирования, близкой к оптимальному, является значительным [2]. Используемое представление корректно учитывает роль всех волновых векторов зоны Бриллюэна.

Проводится сравнение результатов, полученных в приближении, пренебрегающим затуханием и с учетом теплового затухания элементарных возбуждений парамагнитного вида с использованием лоренцевой формы для динамической спиновой восприимчивости. Более точное единое описание особенностей поведения наблюдаемой экспериментально скорости спин-решеточной релаксации на ядрах меди [5], а также экспериментов по неупругому рассеянию нейтронов и данных резонансного неупругого рассеяния рентгеновских лучей (RIXS) [6] достигается при учете теплового затухания элементарных возбуждений вида спиновых волн (парамагнонов), обусловленного влиянием легированных дырок в слоистых купратах семейств La-Sr-Cu-O и Y-Ba-Cu-O в диапазоне индексов легирования от 0 до

оптимального и температур выше  $T_c$  [3,4].

### Литература

1. U. Balucani, M. H. Lee, and V. Tognetti, Phys. Rep., **373**, 409, **2003**
2. I.A. Larionov, Phys. Rev. B, **69**, 214525, **2004**; **72**, 094505, **2005**; **76**, 224503, **2007**
3. I.A. Larionov, Solid State Comm., **208**, 29, **2015**
4. I.A. Larionov, Magn. Reson. Solids, EJ, **26**, 24102, **2024** doi: 10.26907/mrsej-24102
5. T. Imai, C. P. Slichter, K. Yoshimura, and K. Kosuge, Phys. Rev. Lett., **70**, 1002, **1993**
6. M. Le Tacon *et al.*, Nature Physics, **7**, 725, **2011**