

**Электронный спиновый резонанс в квазиодномерном  $S = 1/2$   
антиферромагнетике  $Sr_2CuO_3$ .**

Е.Г. Сергейчева,<sup>1</sup> Л.А. Прозорова,<sup>1</sup> С.С. Сосин,<sup>1</sup> I.A. Zaliznyak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН

<sup>2</sup>Brookhaven National Laboratory, 11973, Upton, New-York, USA

Одной из лучших реализаций квазиодномерного  $S=1/2$  антиферромагнетика является соединение  $Sr_2CuO_3$ . Характерное отношение обменных констант для меж- и внутрицепочечного взаимодействий составляет  $J'/J \approx 10^{-5}$  [1], что позволяет считать это соединение почти идеальной системой спиновых цепочек. В частности, температура Нееля, при которой происходит переход в антиферромагнитно-упорядоченное состояние,  $T_N = 5.4K$  [2], в этом соединении оказывается гораздо ниже температуры основного обменного взаимодействия ( $J = 2200K$ ), что дает возможность исследовать состояние системы в т.н. спин-жидкостной фазе. По данным экспериментов по МСР и рассеянию нейтронов [2], редукция среднего магнитного момента на узлах цепочек составляет  $\langle \mu \rangle \approx 0.06\mu_B$ . Это позволяет предположить, что ниже температуры антиферромагнитного перехода спектр возбуждений будет содержать не только моды, обусловленные магнитной симметрией кристалла, но так же колебания, характерные для спин-жидкостной фазы. Кристаллическая структура  $Sr_2CuO_3$  объемноцентрированная орторомбическая. Тип магнитной симметрии соответствует двухосной анизотропии, магнитные ионы  $Cu^{2+}$  расположены вдоль легкой оси кристалла, в нулевом магнитном поле упорядоченные магнитные моменты ориентируются вдоль этой оси [2].

*Цель работы* -- исследовать магнитный резонанс в  $Sr_2CuO_3$  в широком диапазоне температур, включая температуры ниже антиферромагнитного перехода, с целью выявления особенностей спин-жидкостной фазы, изучить температурные зависимости интенсивности и ширины линий спин-жидкостной фазы для частот разных диапазонов.

Результаты экспериментов обнаруживают соответствие спектров ЭСР ожидаемым для кристаллов с соответствующей магнитной симметрией [3]. Кроме этого, в упорядоченном состоянии наблюдается дополнительная мода, интенсивность которой увеличивается с понижением температуры и имеющая пороговое значение частоты равное  $30GHz$ , ниже которого возбуждения отсутствуют (LT мода, рис.1). Также во всем измеренном диапазоне температур наблюдается безщелевая мода, соответствующая спин-жидкостной фазе,

сосуществующая при  $T < T_N$  с сигналом от упорядоченной компоненты. В температурных зависимостях интенсивности/ширины линии обнаруживается качественная разница для разных диапазонов частот.

На рис. 1 представлены частотно-полевые зависимости для трех взаимно-перпендикулярных ориентаций внешнего магнитного поля, приложенного вдоль осей кристалла, измеренные при  $T = 1.3\text{K} < T_N$ . Моды колебаний AFM1 и AFM2 соответствует спектру двухосного антиферромагнетика. Мода LT также относится к упорядоченной фазе, однако не описывается в рамках соответствующей гидродинамической теории [4]. По сдвигу резонансной частоты в зависимости от температуры определена температура Нееля для данного соединения  $T_N = 5.5\text{K}$ , хорошо согласующаяся с известным ранее значением [2].

На рис. 2 показаны температурные зависимости ширины линии, амплитуды и интегральной интенсивности для основной моды для частот 27.0 GHz и 139.3 GHz

#### Литература

- [1] *Motoyama N., Eisaki H., Uchida S.*  
Magnetic susceptibility of ideal spin 1/2 Heisenberg antiferromagnetic chain systems  
 $\text{Sr}_2\text{CuO}_3$  and  $\text{SrCuO}_2$   
Phys. Rev. Lett. - 1996. - **76**. - С. 3212.
- [2] *Kojima K. M., Fudamoto Y., Larkin M., et al*  
Reduction of ordered moment and Néel temperature of quasi-one-dimensional antiferromagnets  
 $\text{Sr}_2\text{CuO}_3$  and  $\text{Ca}_2\text{CuO}_3$ .  
Phys. Rev. Lett. - 1997. - **78**. - С. 1787.
- [3] *Vasil'ev A.N., Marchenko V.I., Smirnov A.I., et al*  
Magnetic ordering in the mixed-valence compound  $\text{Na}_{0.33}\text{V}_2\text{O}_5$   
Phys. Rev. B - 2001. - **64**. - С. 174403.
- [4] *Andreev A.F., Marchenko V.I.*  
Симметрия и макроскопическая динамика магнетиков.  
Usp. Fiz. Nauk - 1980. - **130**. - С. 39. [Sov. Phys. Usp. - 1980. - **23**. - С. 21.]

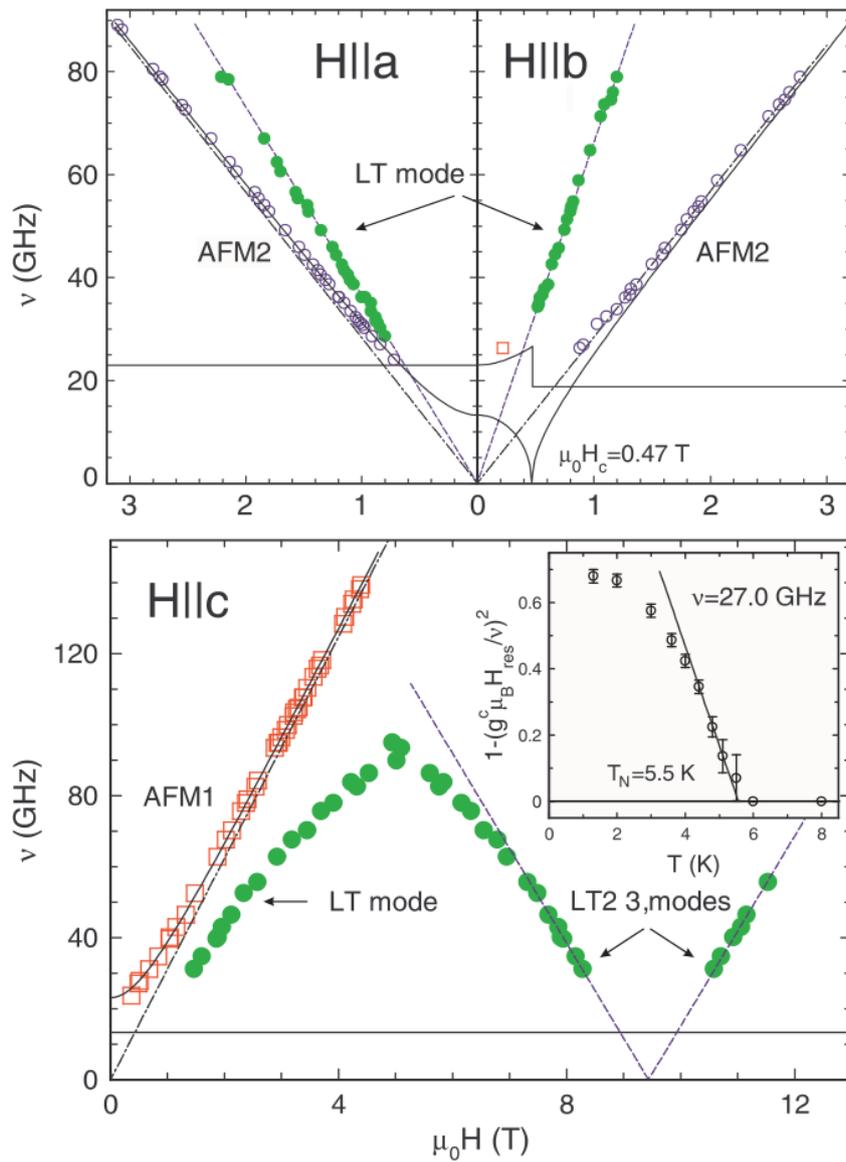


Рис. 1. Частотно-полевые зависимости для трех взаимно-перпендикулярных ориентаций внешнего магнитного поля, приложенного вдоль осей кристалла, измеренные при  $T = 1.3\text{K} < T_N$ .

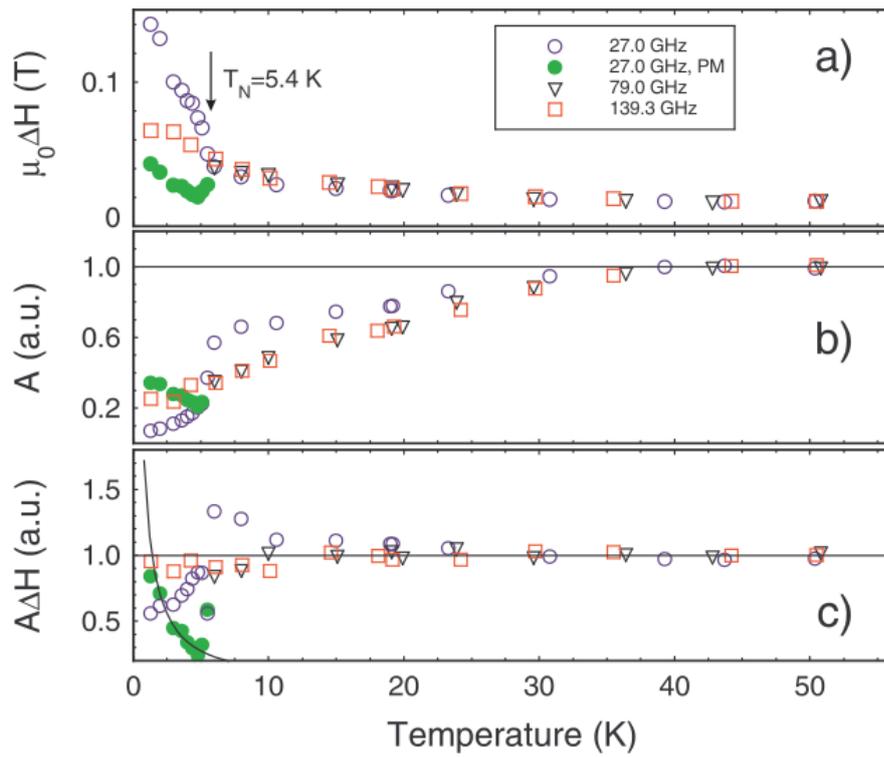


Рис. 2. Температурные зависимости ширины линии, амплитуды и интегральной интенсивности для основной моды для частот 27.0 GHz и 139.3 GHz.

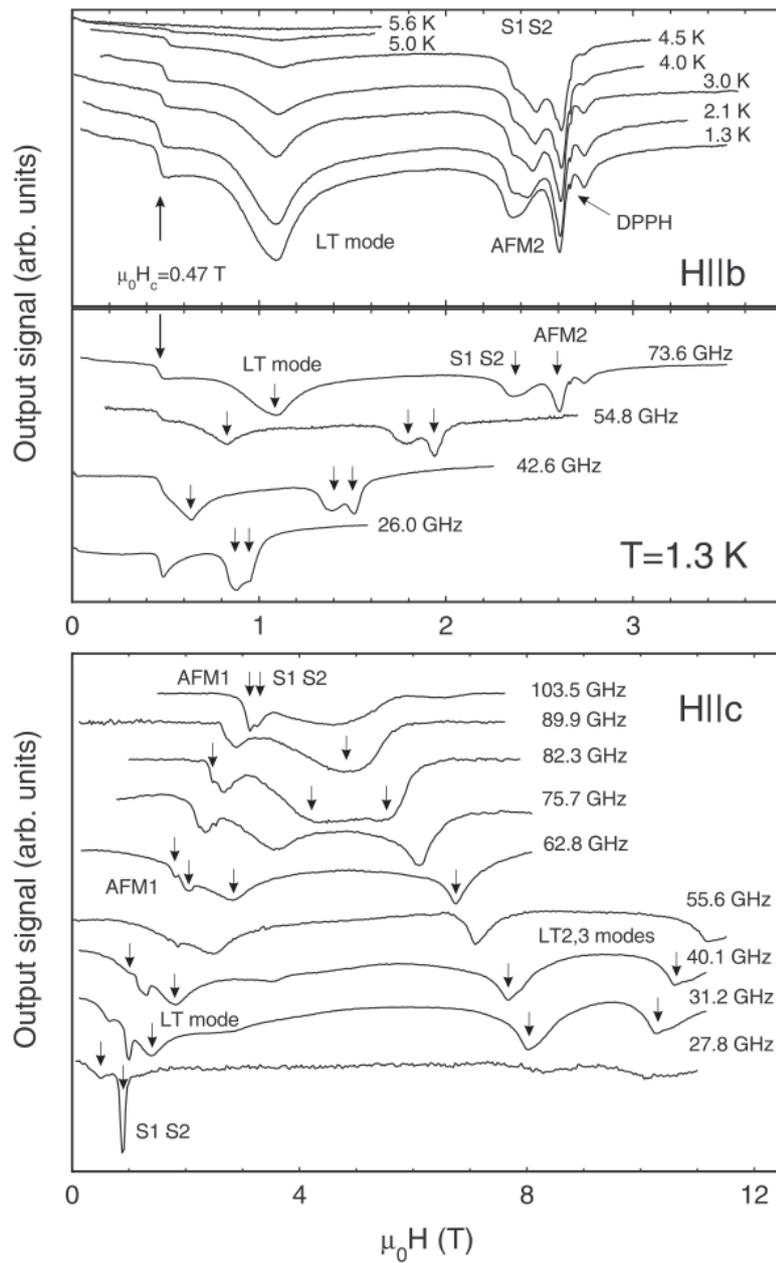


Рис. 3. Примеры ЭРС линий для широкого диапазона частот для двух ориентаций внешнего магнитного поля, записанные при  $T = 1.3$  K; температурная эволюция линии ЭСР ниже температуры Нееля, для частоты 73.6 GHz, в поле приложенном параллельно легкой оси.