

О СПИН- ПАЙЕРЛСОВСКОМ ФАЗОВОМ ПЕРЕХОДЕ

Таджикский Государственный Национальный Университет
Х.Х. Муминов, Т.А. Тошев

В последние годы усиливается интерес к изучению неорганических спин- пайерлсовских систем, наподобие $CuGeO_3$, NaV_2O_5 , $SrCu_2O_3$ и др. . Отличительной особенностью данных соединений является то, что в них , благодаря наличию кислородных мостиков и проявлению эффекта суперобмена, обменное взаимодействие атомов через одного ближайшего соседа (J_2) оказывается сравнимым с взаимодействием ближайших соседей.

Тенденция к решеточной неустойчивости усиливается в квазиодномерных магнетиках. Проводящим цепочкам внутренне присуща неустойчивость по отношению к периодической решеточной дисторсии (сдвигу). Именно она открывает щель в спектре электронных возбуждений. В стандартном описании спин – Пайерлсовского перехода решетка изучается в приближении среднего поля. В этом подходе возбуждения, разрушающие, в конце концов, упорядоченную Пайерлсовскую фазу при критической температуре, являются спиновыми возбуждениями в изолированных цепочках с фиксированной решеточной дисторсией. Хорошо известно, тем не менее, что в этих системах существуют также возбуждения различной природы: солитоны, или кинки представляющие собой подвижные доменные стенки. Кроме кинков возбужденных термически или оптически, в спин-Пайерлсовских материалах могут быть также кинки, возбужденные благодаря спонтанному нарушению упорядоченности.

Для выяснения роли нелинейных классических возбуждений мы исследовали квантовый антиферромагнетик Гейзенберга, как с наличием обменного взаимодействия ближайших соседей, так и с учетом обмена через одного соседа, что обусловлено наличием кислородных мостиков.

$$\hat{H} = J \sum \left\{ \mathcal{S}_j \mathcal{S}_{j+1} + \alpha \mathcal{S}_j \mathcal{S}_{j+1} \right\}$$

При использовании техники $SU(2)$ обобщенных когерентных состояний (ОКС) было установлено значение критического параметра, при котором происходит фазовый переход, показывающий, что описание в рамках $SU(2)$ ОКС после перехода в димеризованную фазу становится неадекватным.

Поэтому мы использовали так называемое бонд - операторное представление, которое переводит спиновый оператор в синглет- триплетное представление, удовлетворяющее как бозонным так и фермионным коммутационным соотношениям .

Исследование полученного гамильтониана вариационной техникой пробных функций в рамках глауберовых когерентных состояний приводит к системе трех нелинейных уравнений Шредингера (НУШ). Спектр триплетных элементарных возбуждений над основным синглетным состоянием оказывается щелевым, что соответствует экспериментальным данным. Топологические солитонные решения системы трех НУШ дают значения корреляционных длин, примесей, качественно соответствующие экспериментальным данным.