

БОЗОННЫЙ ПИК В ПЕРЕДОПИРОВАННЫХ МАНГАНИТАХ
 $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$

Л.С. Кадыров^{1,2}, Е.А. Мотовилова^{1,2}, В.И. Торгашев³, Е.С. Жукова^{1,2,4},
Б.П. Горшунов^{1,2,4}, Ф. Фишграбе⁵, В. Мошняга⁵, Т. Чжан⁶, У. Прахт⁴,
С. Цапф⁴, Р. Кремер⁷, М. Дрессель⁴

¹Институт общей физики имени А.М. Прохорова РАН, Москва, Россия

²Московский физико-технический институт, Долгопрудный, Россия

³Южный Федеральный Университет, Ростов-на-Дону, Россия

⁴1. Physikalisches Institut, Universität Stuttgart, Stuttgart, Germany

⁵1. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen, Germany

⁶Key Laboratory of Materials Physics, Institute of Solid State Physics,
Chinese Academy of Sciences, People's Republic of China

⁷Max-Planck-Institut für Festkörperforschung, Stuttgart, Germany

kadyrovlenar@yandex.ru

Манганиты $\text{R}_{1-x}\text{A}_x\text{MnO}_3$ (R – редкая земля, A – щелочной элемент) позволяют исследовать физику веществ, в которых фазовое состояние определяется несколькими параметрами порядка, относящимися к зарядовой, орбитальной, спиновой и фононной подсистемам. Вследствие конкуренции вышеупомянутых параметров порядка, манганиты обладают богатой фазовой диаграммой. Исследование механизмов образования той или иной фазы важно для физики не только данных соединений, но и сильно коррелированных электронных систем вообще.

Актуальным вопросом физики манганитов остается природа образования зарядово-упорядоченной фазы (charge-ordered, CO), которая присутствует в передопированных образцах ($x > 0.5$). Одним из возможных механизмов образования такой фазы является переход Пайерлса-Фрелиха с образованием волны зарядовой плотности (charge-density wave, CDW) [1]. В качестве аргументов в пользу такого сценария рассматриваются низкоэнергетические резонансные возбуждения на терагерцевых частотах [2]. Однако, тщательное изучение состава $\text{La}_{0.25}\text{Ca}_{0.75}\text{MnO}_3$ показало, что эти резонансы могут быть связаны с оптической активацией акустических ветвей вследствие образования сверхструктуры в решетке кристалла и свертывания зоны Бриллюэна [3]. Так как образование сверхструктуры и зарядовое упорядочение в манганитах взаимосвязаны, то изучение фононных эффектов предоставляет возможность анализа механизмов образования CO-фазы. Поэтому целью данной работы было изучить низкоэнергетическую электродинамику передопированных манганитов $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ в широком диапазоне концентраций кальция $0.5 \leq x \leq 1$.

Нами были выполнены измерения температурных зависимостей динамической проводимости и диэлектрической проницаемости пленочных и керамических образцов манганитов состава $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ ($0.5 < x < 1$). В зарядово-упорядоченной фазе в спектрах проводимости были обнаружены сложные зоны поглощения (рис. 1), состоящие из «фолдинговых» фоно-

нов (стрелка на рис. 1) и асимметричного резонанса, видимого в керамических и не столь чётко – в плёночных образцах.

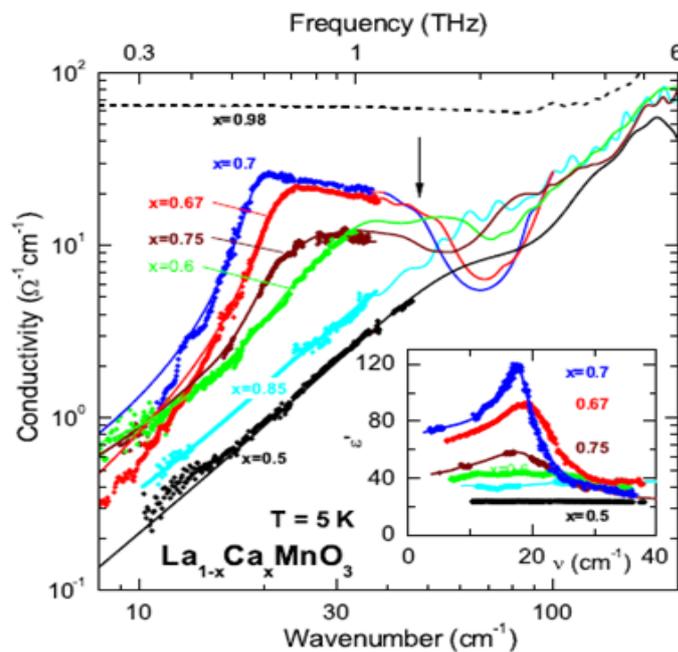


Рис. 1. Спектры терагерцовой проводимости и диэлектрической проницаемости $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ при различных концентрациях кальция (5 K).

Мы предполагаем, что эти резонансы представляют собой особенность в плотности состояний акустических фононов, которые видны в оптических спектрах из-за того, что в керамических образцах присутствует беспорядок. Известно, что в таких неупорядоченных веществах, как стекло, беспорядок вносит изменения в низкоэнергетическую часть плотности колебательных мод атомов, а именно: появляются дополнительные по отношению к дебаевским колебательные состояния. Эти состояния проявляются в виде ярко выраженного максимума в приведенной плотности колебательных состояний атомов $g(\omega) = G(\omega)/\omega^2$. Этот максимум называется бозонным пиком. Именно его мы наблюдаем в манганитах.

Работа выполнена при поддержке Государственного контракта № 2011-1.2.1-121-003, 14.18.21.0740.

ЛИТЕРАТУРА

1. Salomon M., Jaime M. // Rev. Mod. Phys. 2001.V.73. P. 358.
2. Nucara A., Maselli P., Calvani P., et al// Phys. Rev.Lett. 2008. V. 101. P. 066407.
3. Zhang T., Zhukova E., Gorshunov B., et al// Physical Review B. 2010. V. 81. P. 125132.