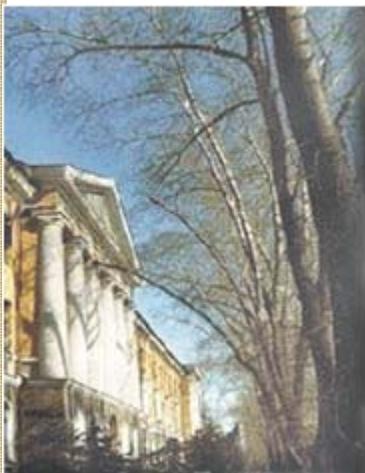


# ФАЗОВОЕ РАССЛОЕНИЕ В ЭЛЕКТРОННО-ДОПИРОВАННОМ МАНГАНИТЕ $\text{Sr}_{0.98}\text{La}_{0.02}\text{MnO}_3$ ПО ДАНЫМ ЯМР $^{55}\text{Mn}$

Гермов А.Ю.<sup>1</sup>, Волкова З.Н.<sup>1</sup>, Верховский С.В.<sup>1</sup>,  
Михалёв К.Н.<sup>1</sup>, Геращенко А.П.<sup>1</sup>, Королёв А.В.<sup>1</sup>,  
Голдырева Е.И.<sup>2</sup>, Леонидов И.А.<sup>2</sup>, Кожевников В.Л.<sup>2</sup>



Институт физики металлов УрО РАН, г. Екатеринбург <sup>1</sup>  
Институт химии твердого тела УрО РАН, г. Екатеринбург <sup>2</sup>



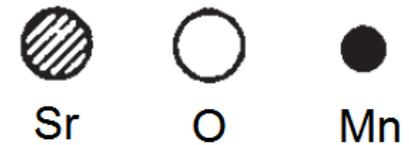
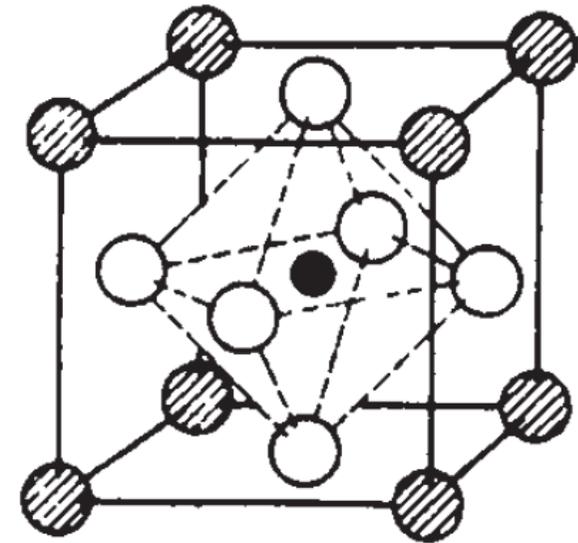
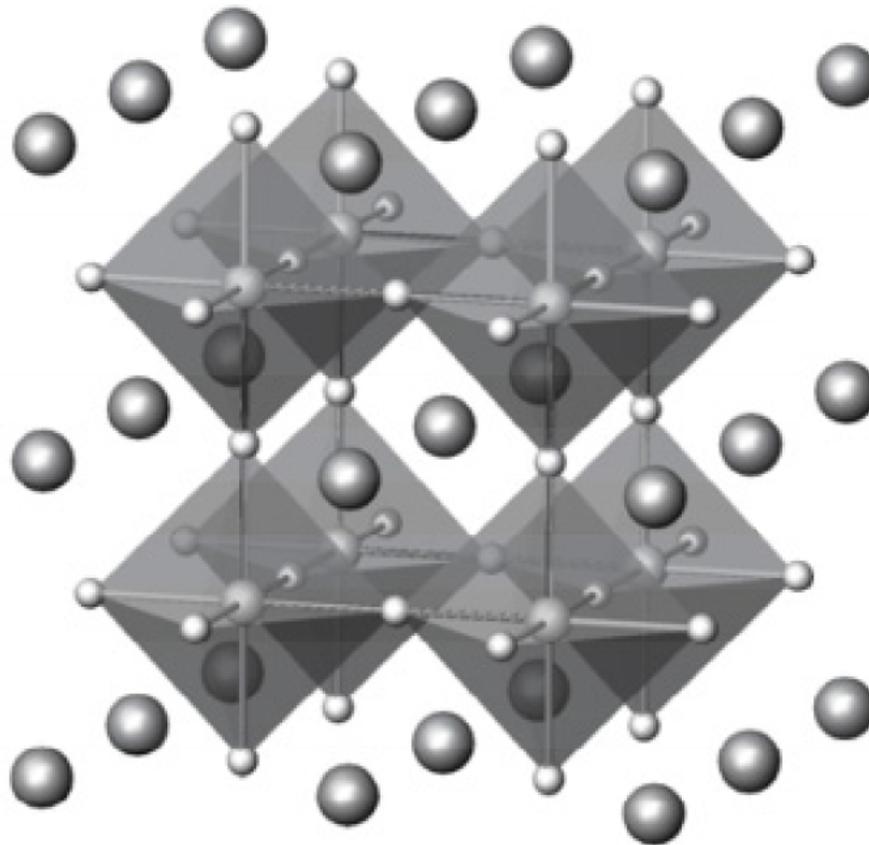
Идеи и методы физики конденсированного  
состояния

Сочи, 11-20 сентября 2015г

# Структура манганита

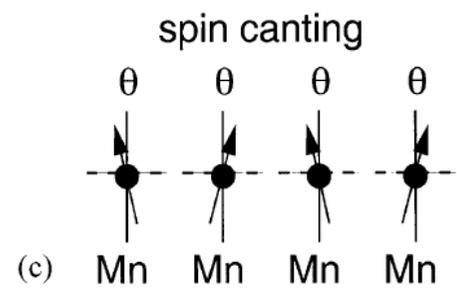
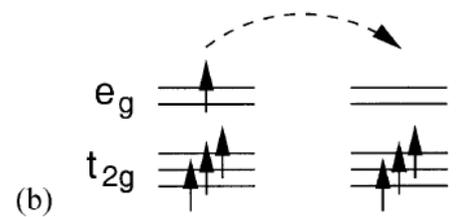
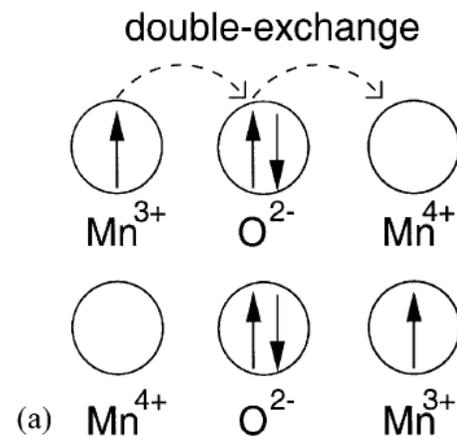
## $\text{Sr}_{0.98}\text{La}_{0.02}\text{MnO}_3$

*C*- $\text{SrMnO}_3$



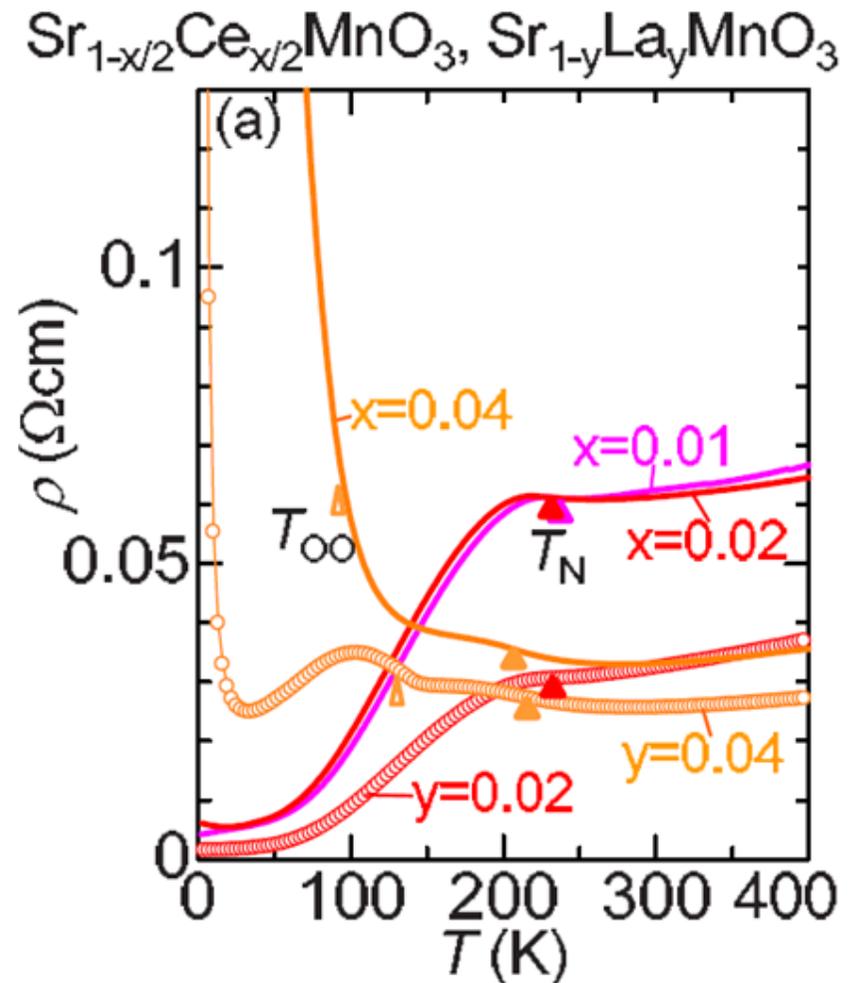
2% Sr замещено на La

# Двойной обмен



# Мотивация

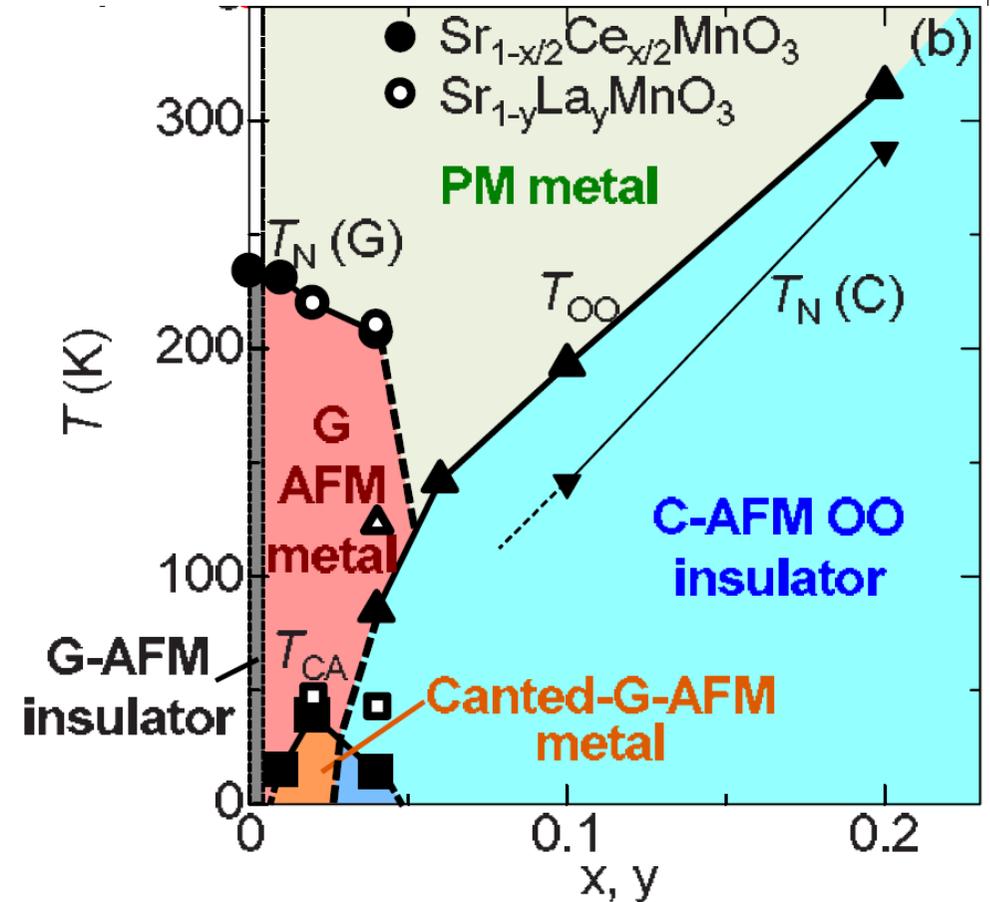
Переход из диэлектрика в состояние с металлической проводимостью в кубическом монокристалле  $\text{SrMnO}_3$  при минимальном допировании за счет гетеровалентного замещения  $\text{Sr} \rightarrow \text{Ce}$  ( $\text{La}$ ).



Зависимость электросопротивления, приведенная в работе Н. Sakai, S. Ishiwata, D. Okuyama, A. Nakao, H. Nakao, Y. Murakami, Y. Taguchi, and Y. Tokura, Phys. Rev.B, 2010. В 82, 180409.

# Мотивация

- Предложенная модель однородного металлического антиферромагнетика с подкошенными магнитными моментами, основана на макроскопических методиках измерения.
- В основном допированные манганиты являются фазово-расслоенными неоднородными магнитными системами.



Фазовая диаграмма, взятая из работы Н. Sakai, S. Ishiwata, D. Okuyama, A. Nakao, H. Nakao, Y. Murakami, Y. Taguchi, and Y. Tokura, Phys. Rev. B, 2010. В 82, 180409.

# Цель и задачи

- Цель:
  - Исследовать с помощью локальной методики ЯМР кубический  $\text{Sr}_{0.98}\text{La}_{0.02}\text{MnO}_3$  и выявить природу магнитного состояния
- Задачи:
  - Измерения температурных зависимостей магнитной восприимчивости в слабом и сильном магнитных полях
  - Измерения полевых зависимостей магнитной восприимчивости
  - Регистрация спектров ЯМР  $^{55}\text{Mn}$
  - Анализ температурных и полевых зависимостей магнитной восприимчивости
  - Анализ экспериментальных данных ЯМР  $^{55}\text{Mn}$

# Магнитная восприимчивость

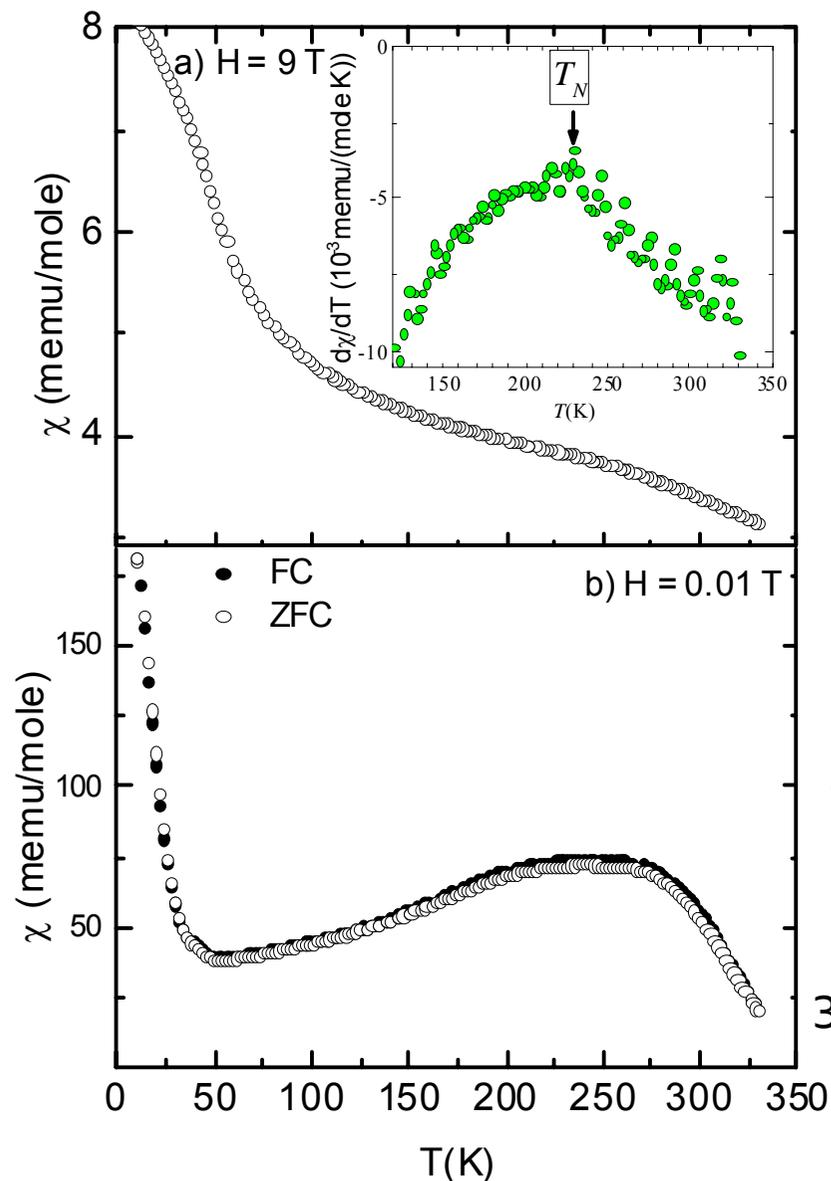


Рис 1. Температурная зависимость магнитной восприимчивости поликристаллического манганита  $\text{Sr}_{0.98}\text{La}_{0.02}\text{MnO}_3$ , полученная в магнитном поле (a) 9 Т, (b) 0.01 Т. Вставка – производная магнитной восприимчивости  $d\chi_m/dT$  в зависимости от температуры в поле 9 Т.

$$d\chi_m/dT : T_N = 230 \pm 10 \text{ K}$$

$$\text{Закон Кюри-Вейса : } \theta_N = -108 \pm 4 \text{ K}$$

$$\theta_c = 295 \pm 30 \text{ K}$$

# Кривые перемагничивания

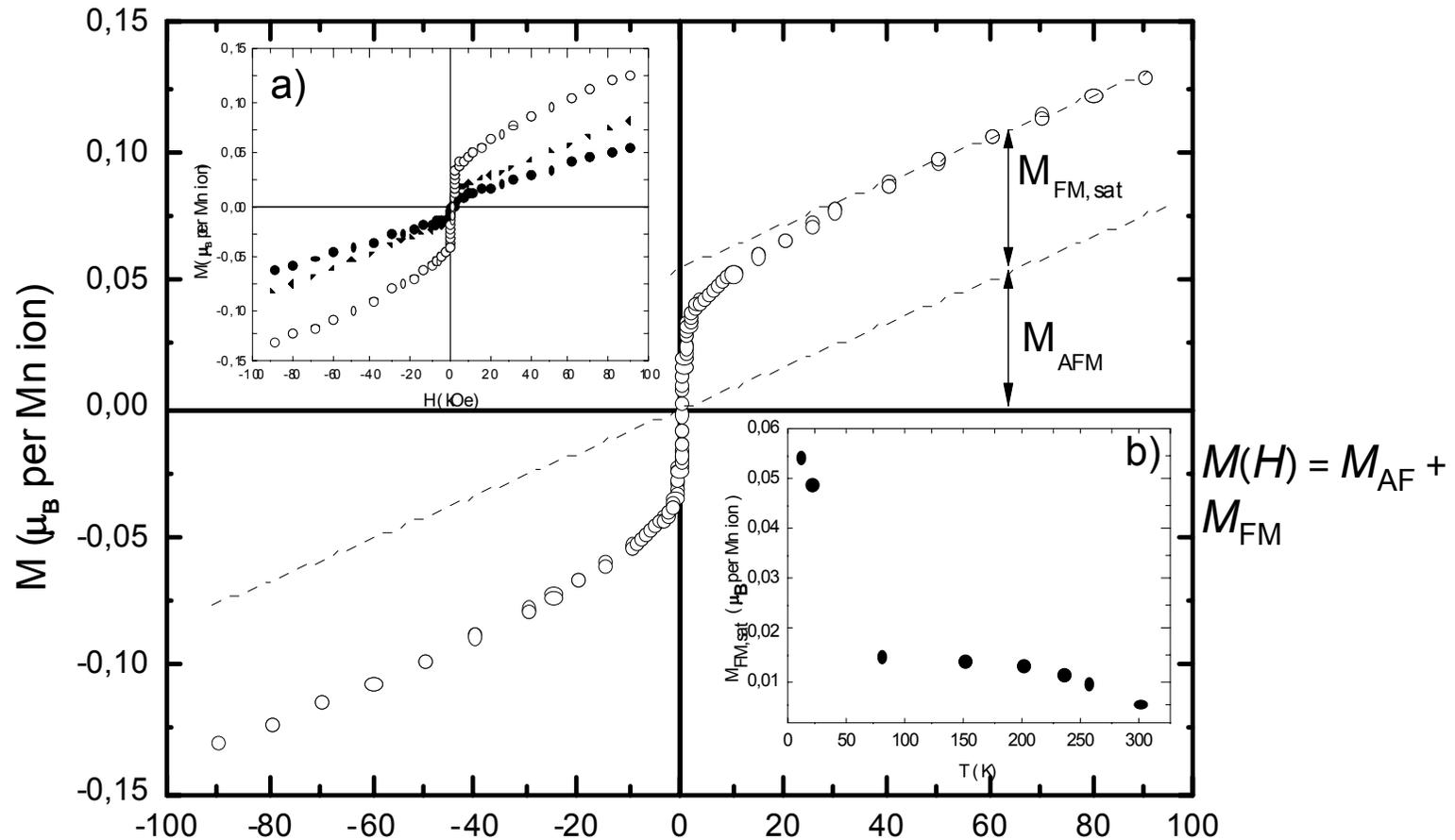


Рис 2. Намагниченность  $M(H)$   $\text{Sr}_{0.98}\text{La}_{0.02}\text{MnO}_3$  при  $T = 10$  K ( $\circ$ ),  
 Вставка а) – изотермы намагниченности  $M(H)$   $\text{Sr}_{0.98}\text{La}_{0.02}\text{MnO}_3$   
 при  $T = 10$  K ( $\circ$ ),  $80$  K ( $\blacklozenge$ ) и  $255$  K ( $\bullet$ ),  
 Вставка б) – температурная зависимость намагниченности насыщения  $M_{FM,sat}$   
 ферромагнитной компоненты намагниченности.

# Спектры ЯМР на $^{55}\text{Mn}$

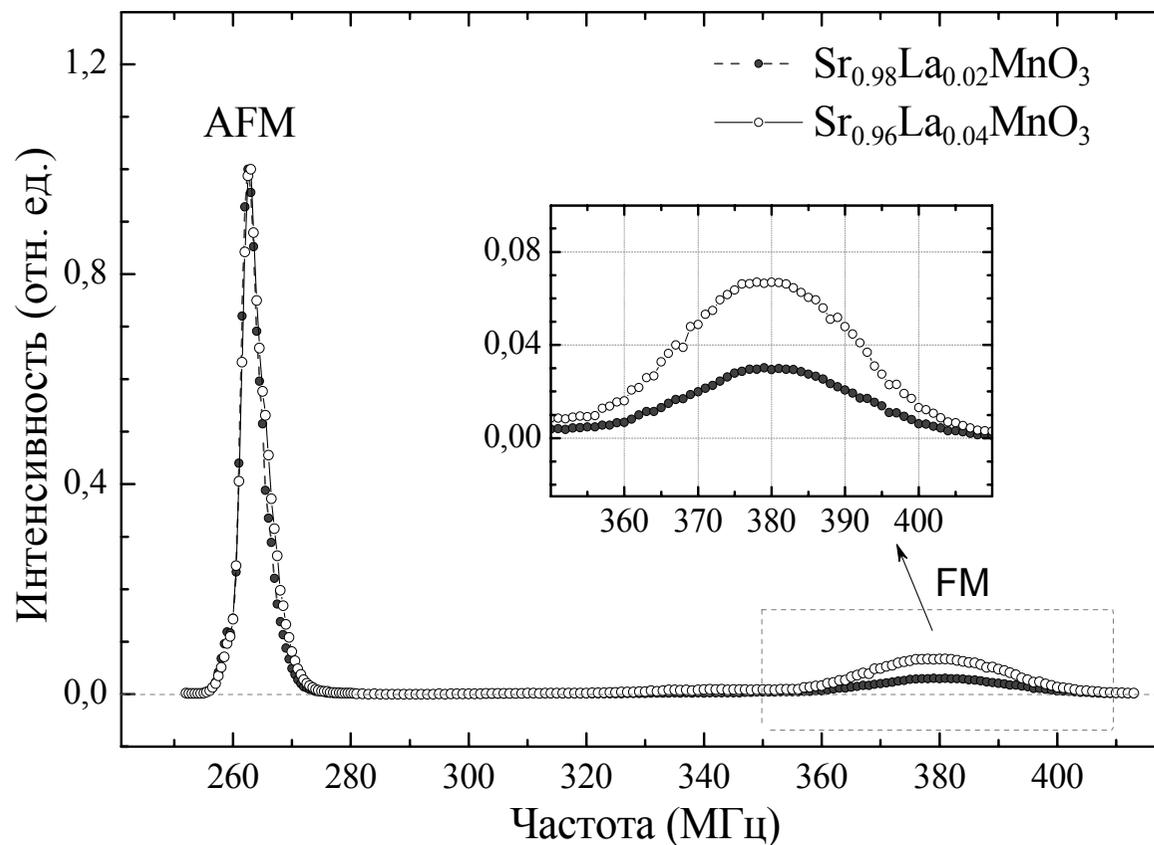


Рис 3. Спектры ЯМР  $^{55}\text{Mn}$  в  $\text{Sr}_{1-x}\text{La}_x\text{MnO}_3$ :  $x = 0.02, 0.04$ , зарегистрированные в локальном поле при  $T = 4.2\text{ K}$ .

# Ширина линии

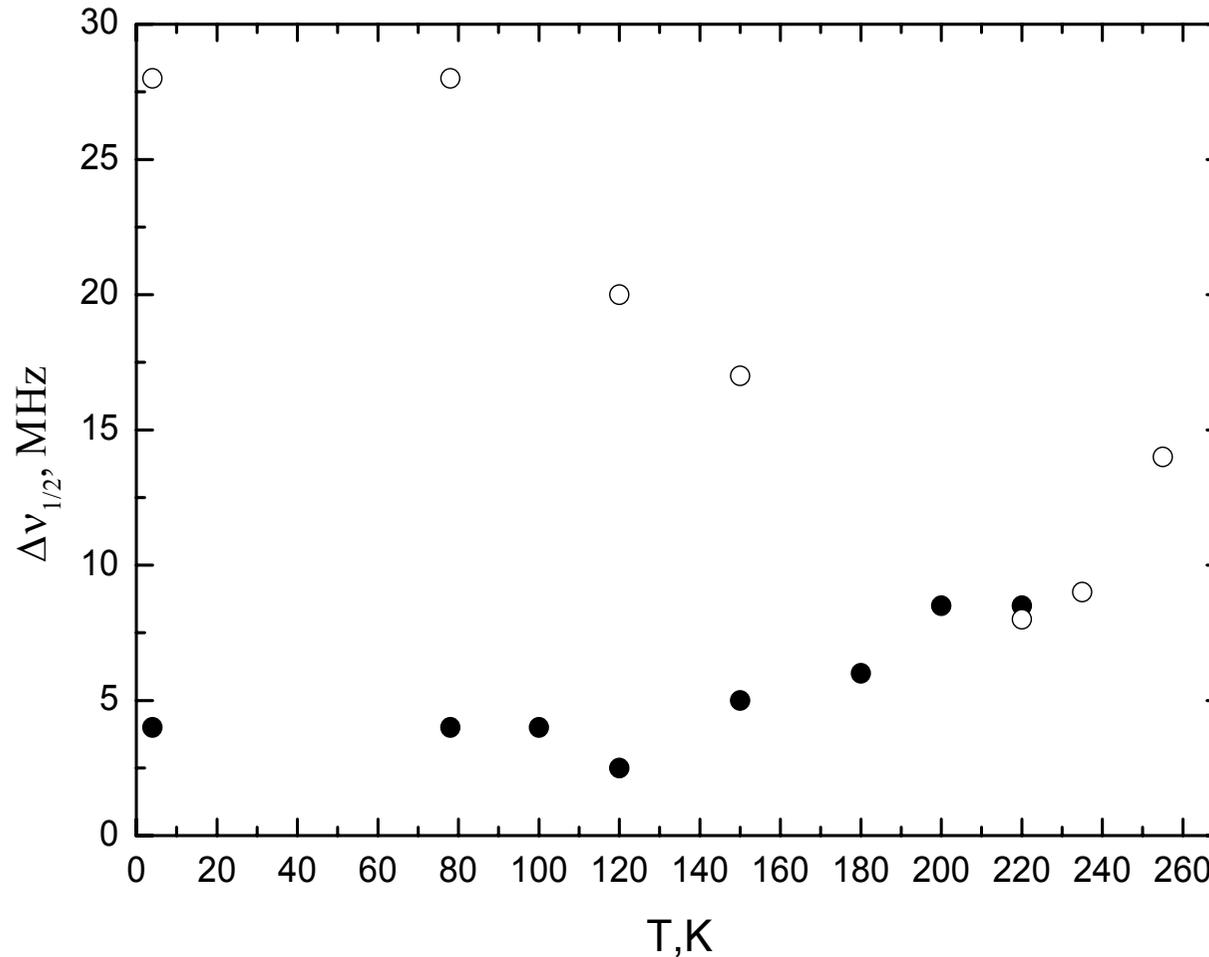


Рис 4. Температурная зависимость ширины линии на половине высоты для AFM (●) и FM (○) линий в спектрах ЯМР  $^{55}\text{Mn}$  в  $\text{Sr}_{0.98}\text{La}_{0.02}\text{MnO}_3$ .

# Температурная зависимость максимумов ЯМР линий $^{55}\text{Mn}$

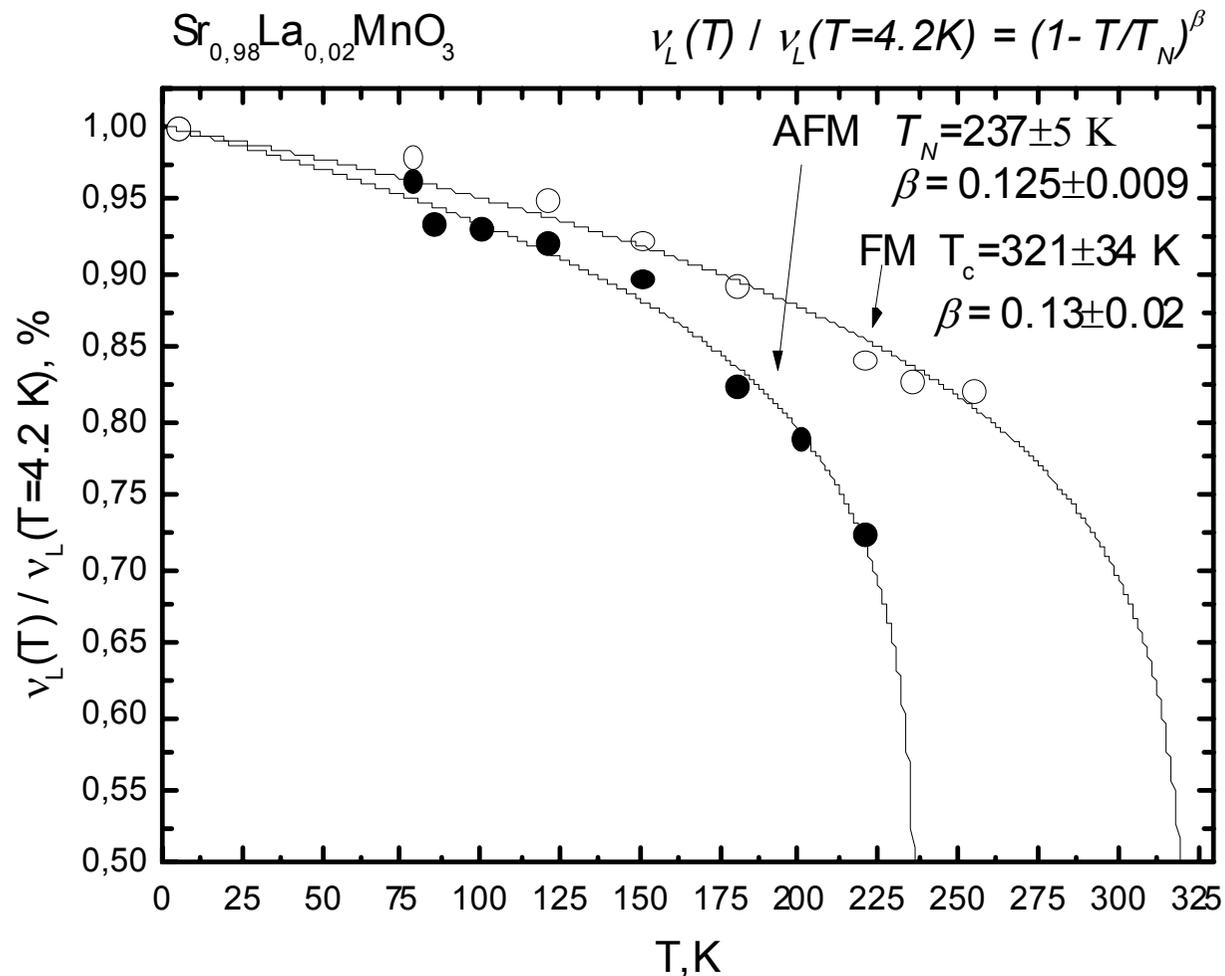


Рис 5. Зависимость от температуры положения максимумов линий AFM и FM на Рис.3

# Выводы

- Показано, что в электронно-допированном  $\text{Sr}_{0.98}\text{La}_{0.02}\text{MnO}_3$  реализуется фазовое расслоение в области дальнего магнитного порядка на антиферромагнитную матрицу и ферромагнитные области;
- Температура Кюри у обнаруженных ферромагнитных областей превышает температуру Нееля антиферромагнитной матрицы;
- Суммарная намагниченность ферромагнитных областей возрастает при понижении температуры;
- Подтвержден динамический характер наблюдаемых ферромагнитных областей
- Выдвинуто предположение о том, что форма этих областей может отличаться от сферической.



# Список литературы

- 1. J. van den Brink, D. Khomskii, Phys. Rev. Letters 82, 1016 (1999); A.M. Oleś, G. Khaliullin, Phys. Rev. 84, 214414 (2011)
- 2. H. Sakai, S. Ishiwata, D. Okuyama, A. Nakaо, H. Nakaо, Y. Murakami, Y. Taguchi, and Y. Tokura, Phys. Rev. B, 2010. B 82, 180409
- 3. Nagaev E. Colossal(magnetoresistance materials: manganites and conventional ferromagnetic semiconductors // Phys. Rep. 2001. V. 346. P. 387–531.
- 4. Михалев К.Н., Волкова З.Н., Геращенко А.П. ЯМР в манганитах. ФММ. 2014. Т.115, № 11, с. 1204–1225.
- 5. S. Liu, X. Tan, K. Li, R. Hughes, Ceram. Int. 28 (2002) 327

Спасибо за внимание