

Двухфазные магнитные обменно- связанные нанокompозиты на основе магнитотвердых частиц гексаферрита стронция

Курсовая работа:
ученицы 10 «Л» класса
Осинцевой Д.Ю.
Научные руководители:
аспирант 1 г.о. ФНМ МГУ
Горбачёв Е.А.
студентка 4 курса ФНМ МГУ
Слепцова А.Е.

- **Цель исследования:**

получить двухфазные магнитные нанокомпозиты на основе магнитотвердых частиц гексаферрита стронция и исследовать их свойства.

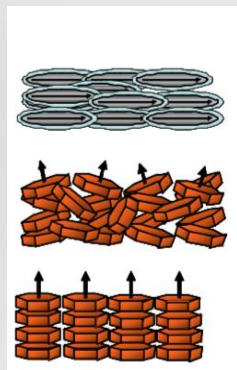
- **Задачи исследования:**

- 1.Получить коллоидные частицы гексаферрита стронция стеклокерамическим методом;
- 2.Синтезировать ацетилацетонаты Fe^{3+} и Co^{2+} ;
- 3.Разработать методику покрытия наночастиц гексаферрита стронция ($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$) оболочкой из второй магнитной фазы (CoFe_2O_4) в высокипящих растворителях;
- 4.Изучить магнитные свойства композитных частиц.

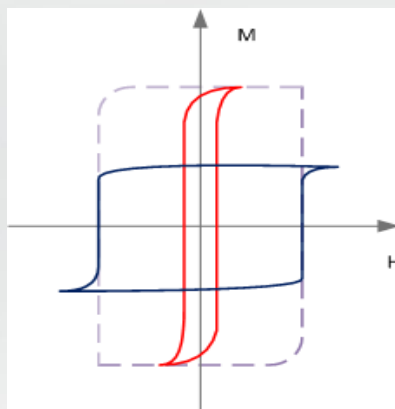
Актуальность темы

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Магнитная запись



Обменно-связанные
компози́ты



Магнитные
жидкости



Особенности гексаферритов

- Химическая и термическая стабильность
- Низкая себестоимость
- Возможность управлять магнитными свойствами материала
- Высокая магнитная энергия

Синтез гексаферрита стронция

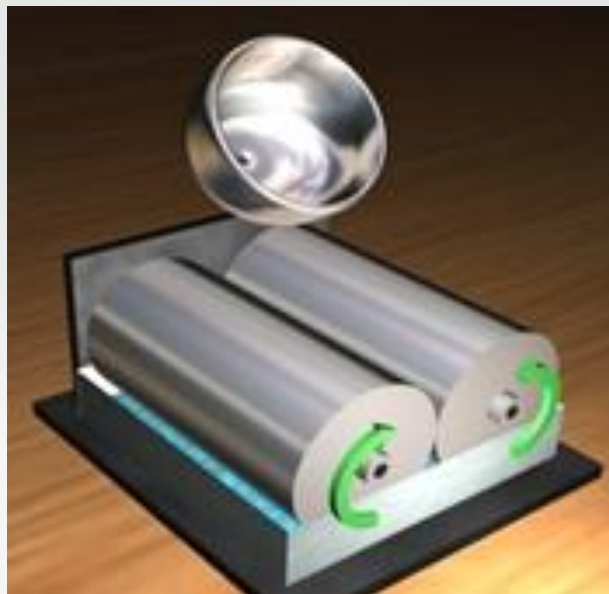
- Синтез проводится стеклокерамическим методом (состав стекла -

Отжиг в печи



<https://www.camlab.co.uk/images/thumbs/0013914.gif>

Закалка стекла



<https://pp.userapi.com/c845417/v845417301/1e51b1/t4qrYiYQbbI.jpg>

Измельчение стекла и последующий обжиг

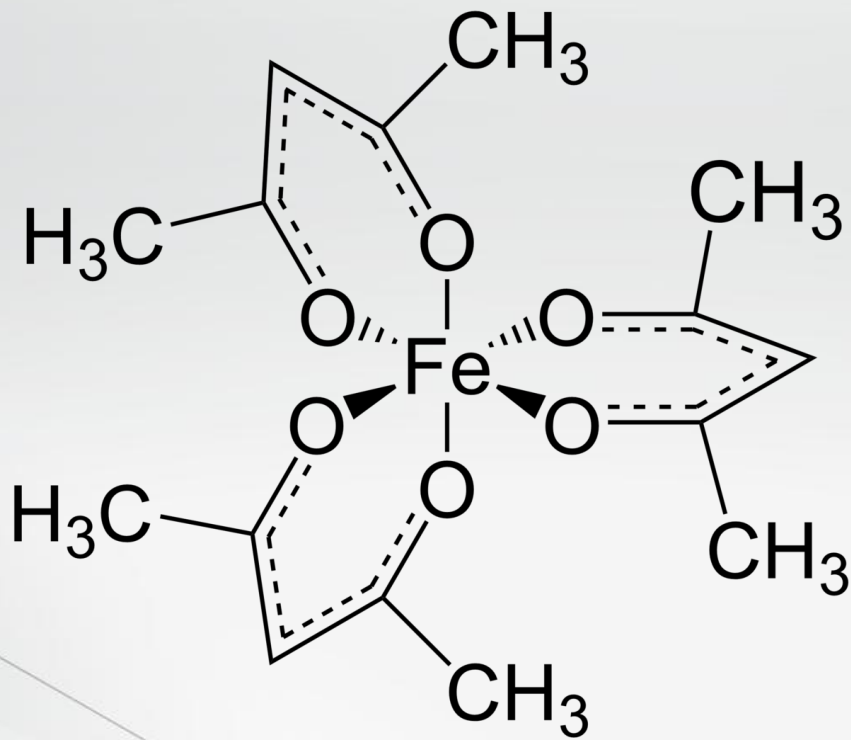


http://chemistry-chemists.com/N6_2011/U7/agate_mortar.jpg

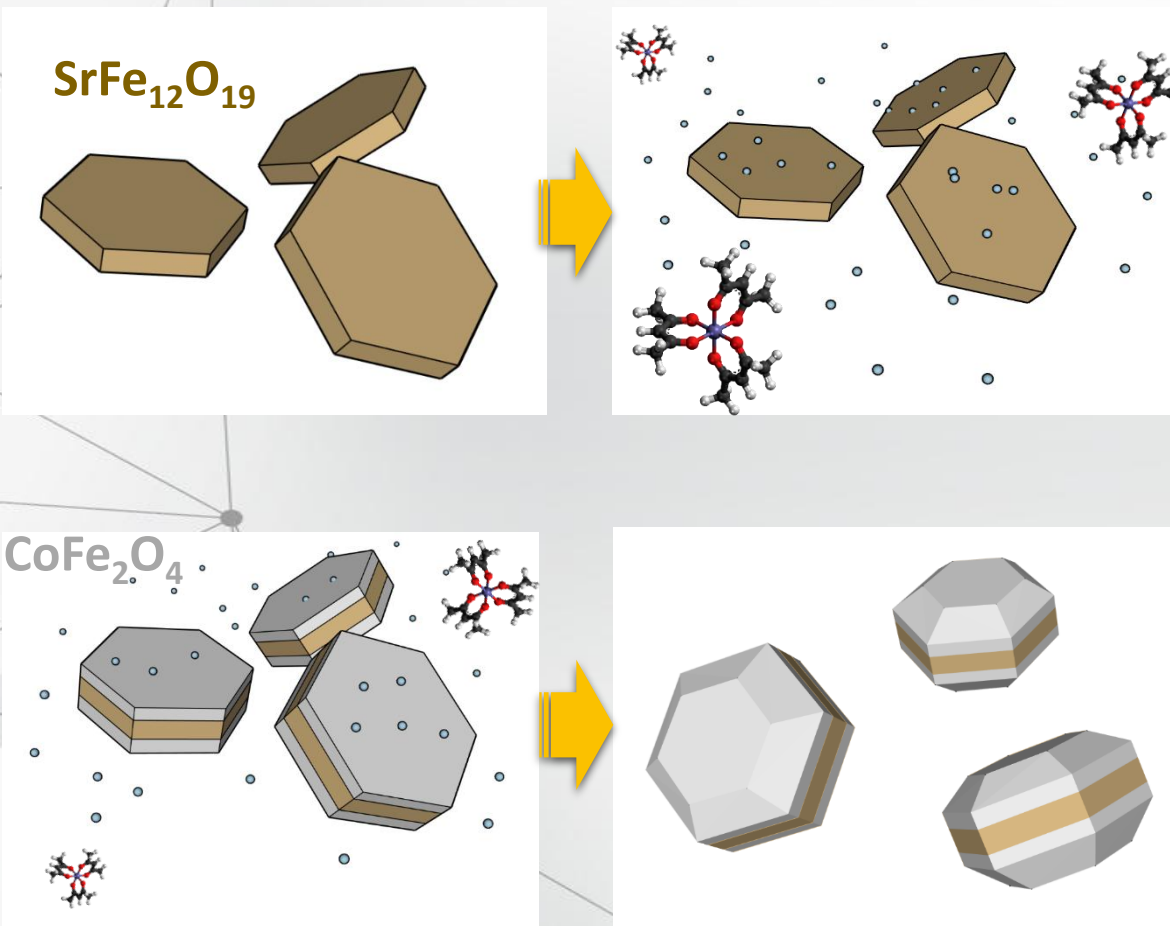
Синтез феррита кобальта

- Феррит кобальта получают методом высокотемпературного разложения металлоорганического прекурсоров:

ацетилацетоната железа III и ацетилацетоната кобальта.

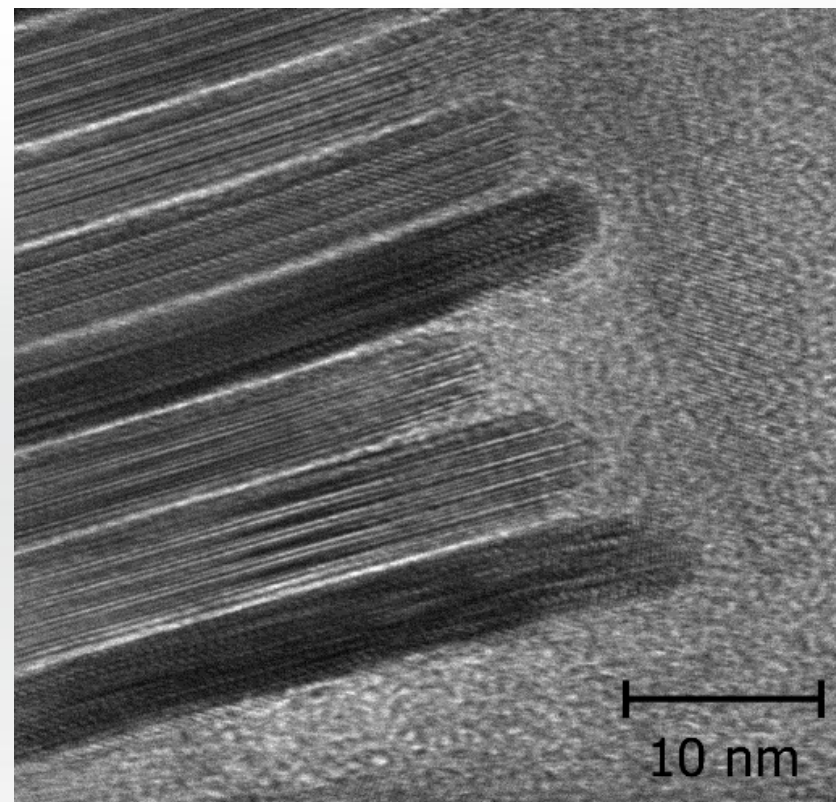
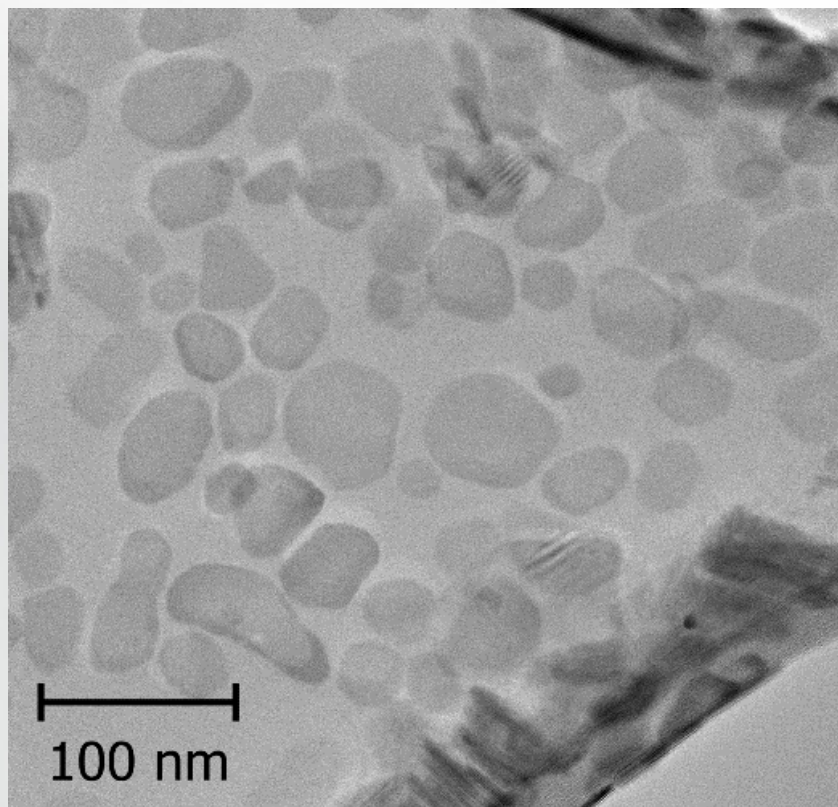


Синтез композита $\text{CoFeO}_4/\text{SrFe}_{11}\text{AlO}_{19}/\text{CoFeO}_4$



Чтобы получить композит, используется та же методика, что и при получении феррита кобальта, но в смесь до начала нагрева добавляют готовые частицы гексаферрита стронция.

Обсуждение результатов: морфология частиц



*Рисунок 3. ПЭМ микрофотографии наночастиц
гексаферрита стронция $\text{SrFe}_{11}\text{AlO}_{19}$*

Обсуждение результатов: морфология частиц

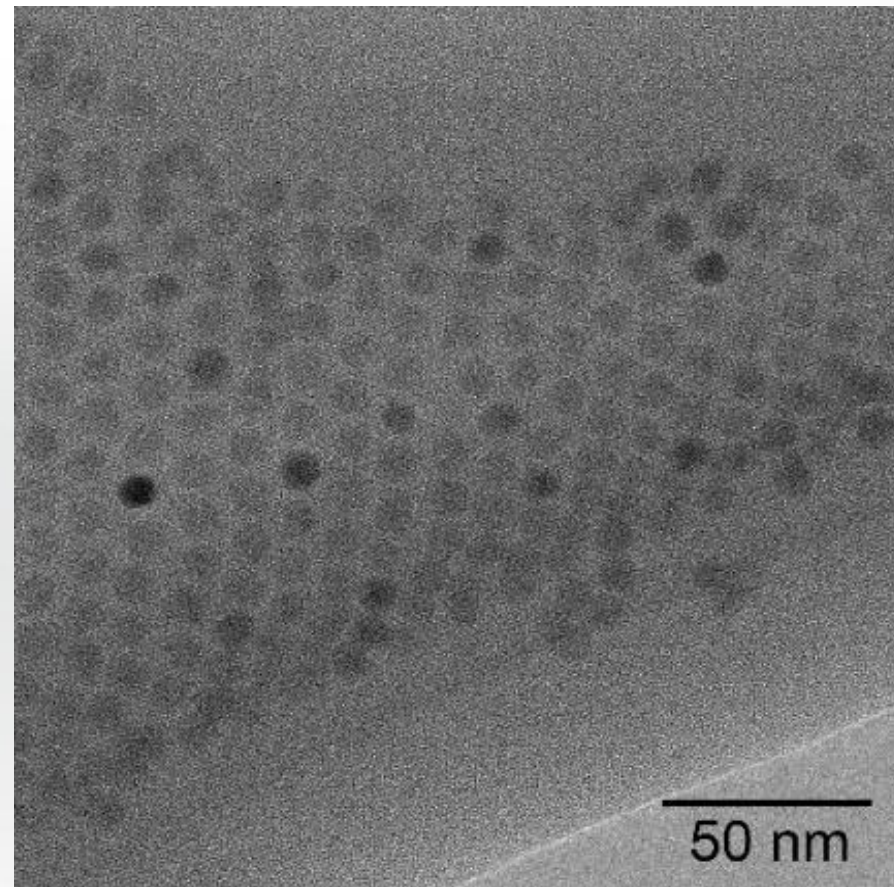
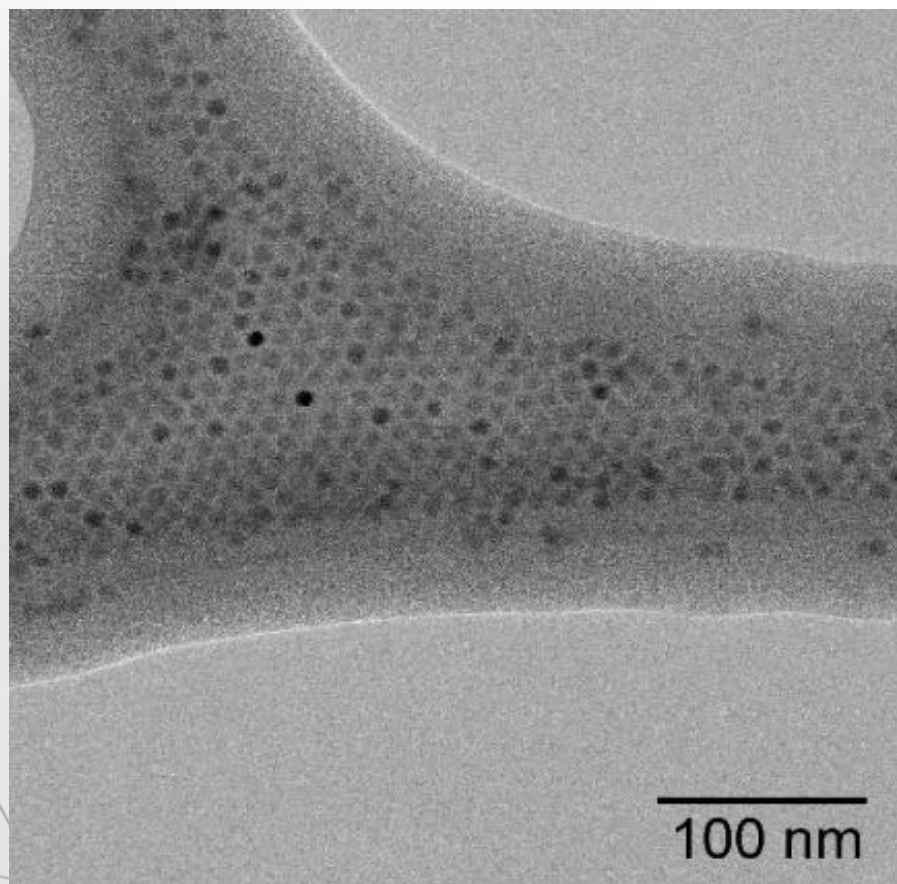


Рисунок 4. ПЭМ микрофотографии наночастиц феррита кобальта CoFe_2O_4 .

Обсуждение результатов: морфология частиц

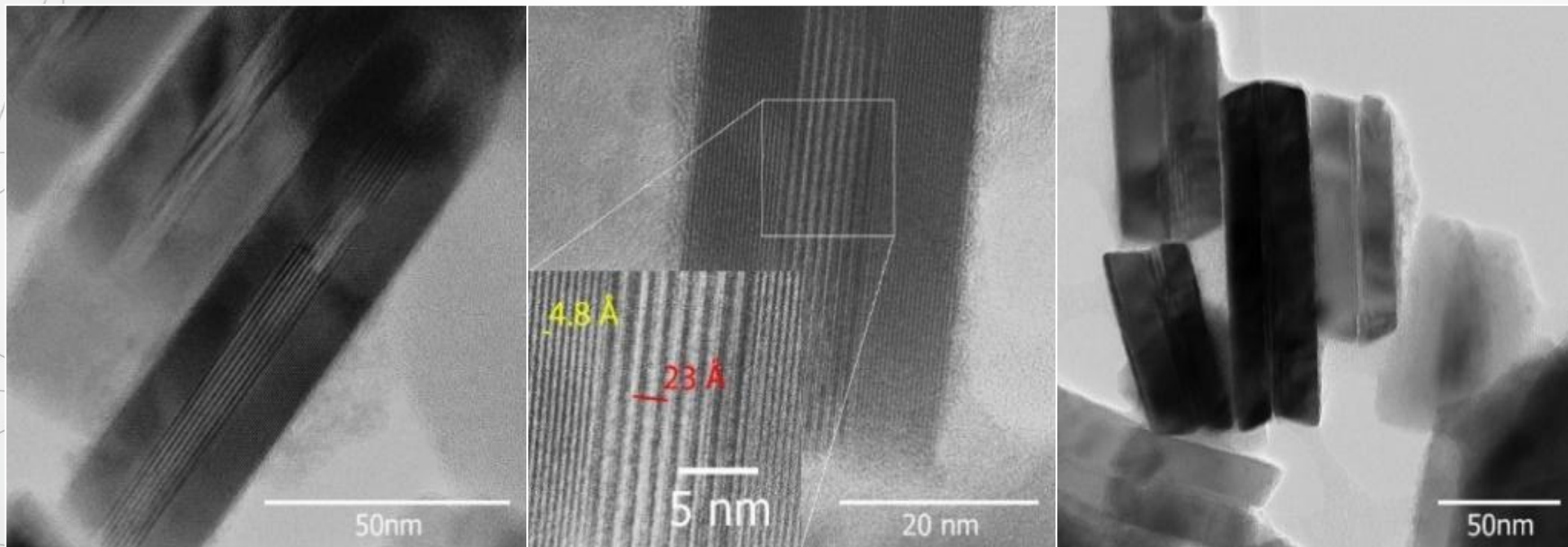
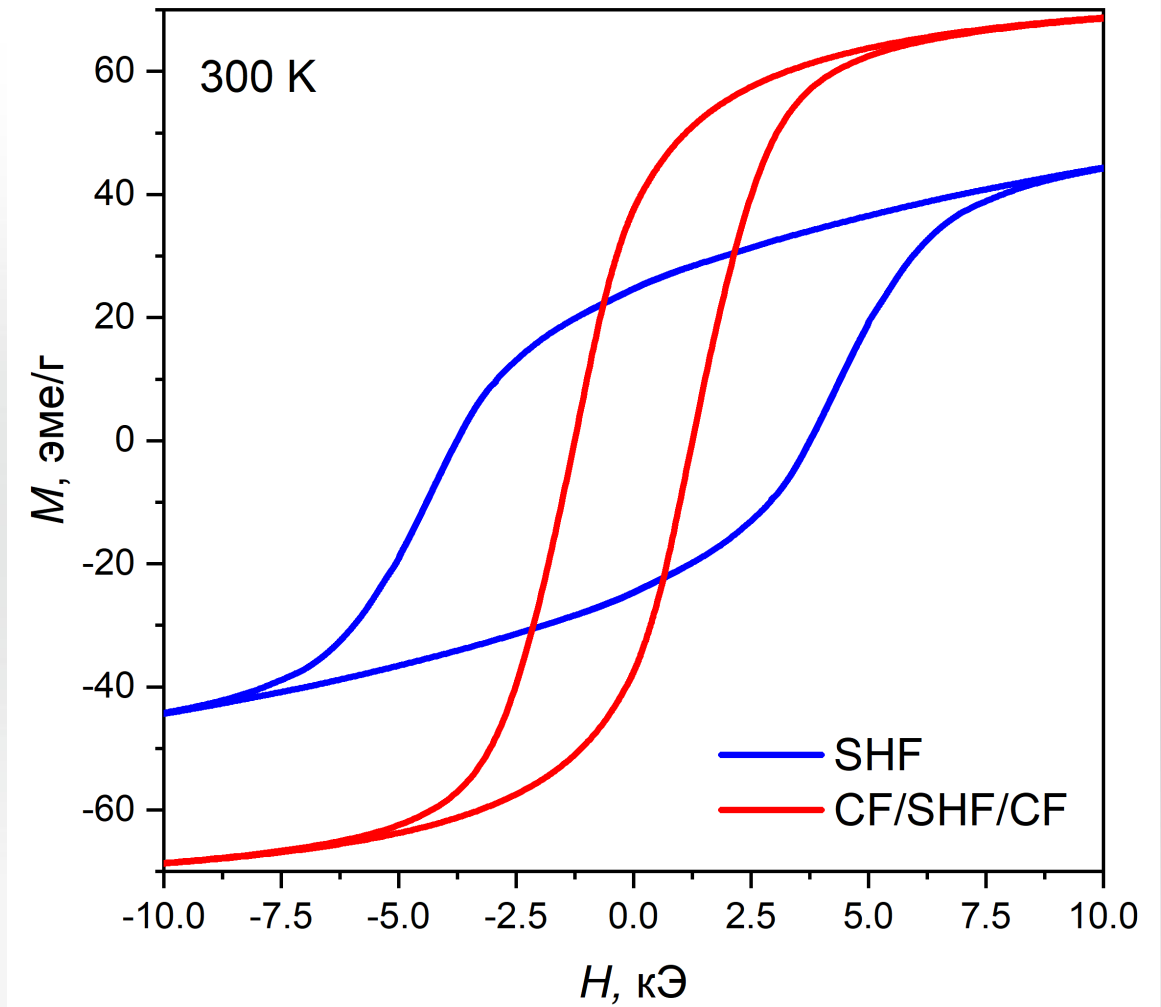


Рисунок 5. ПЭМ микрофотографии композитных наночастиц $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{SrFe}_{11}\text{AlO}_{19}/\text{CoFe}_2\text{O}_4$, полученных осаждением оболочки на частицы гексаферрита из дибензилового эфира.

Обсуждение результатов: магнитные свойства образцов

Рисунок 6. Магнитные гистерезисы сэндвичевых наночастиц $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{SrFe}_{11}\text{AlO}_{19}/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ и наночастиц гексаферрита $\text{SrFe}_{11}\text{AlO}_{19}$ при температуре 300 K

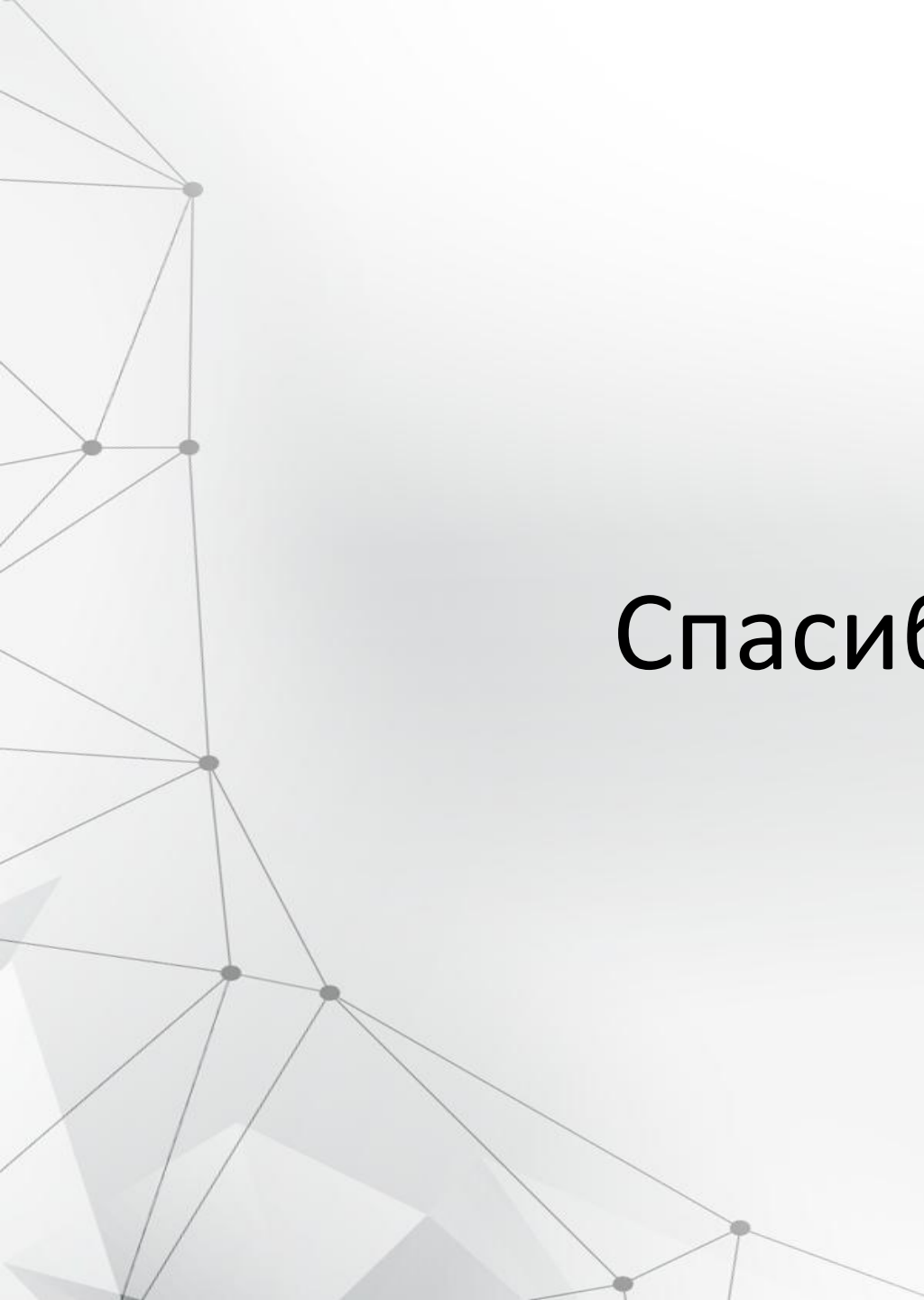


Выводы

1. Были получены наночастицы-композиты, структурированные по типу «сэндвича», на основе магнитотвердых частиц гексаферрита стронция и магнитомягких частиц феррита кобальта.
2. Показано, что магнитные фазы в частицах композита взаимодействуют посредством эффекта магнитного обменного связывания.

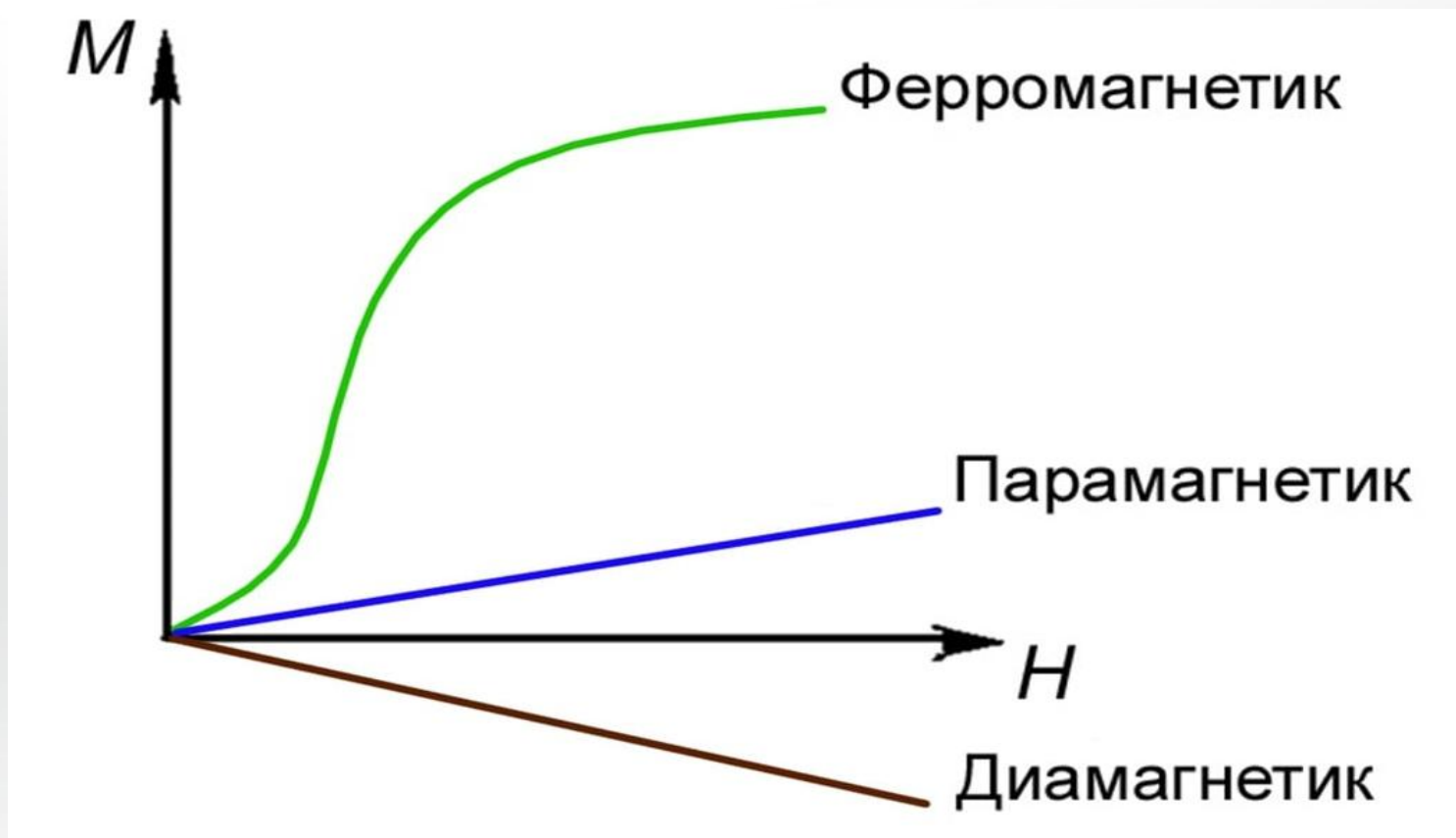
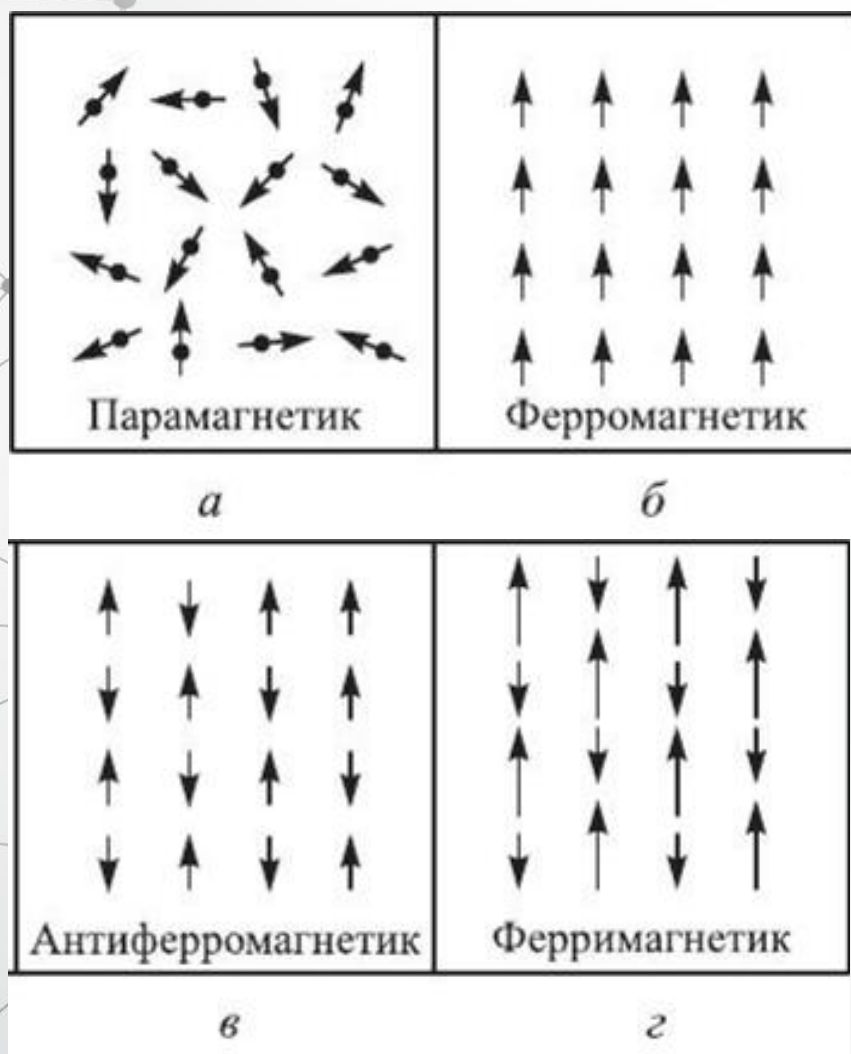
Список литературы.

- 1. Вест А. Химия твердого тела. Теория и приложения: в 2-х ч. Ч.2, 128, 1988.
- 2. Yu et al., "One-pot synthesis of urchin-like FePd-Fe₃O₄ and their conversion into exchange-coupled L10-FePd-Fe nanocomposite magnets," Nano Lett., vol. 13, no. 10, pp. 4975–4979, Oct. 2013.
- 3. J.-Y. Bigot et al., "Magnetic Properties of Annealed Core–Shell CoPt Nanoparticles," Nano Lett., vol. 12, no. 3, pp. 1189–1197, Mar. 2012.
- 4. C. Binns et al., "Exchange Bias in Fe@Cr Core–Shell Nanoparticles," Nano Lett., vol. 13, no. 7, pp. 3334–3339, Jul. 2013.
- 19. D. Primc and D. Makovec, "Composite nanoplatelets combining soft-magnetic iron oxide with hard-magnetic barium hexaferrite," Nanoscale, vol. 7, no. 6, pp. 2688–2697, 2015.
- 20. L. A. Trusov et al., "Ca-Al double-substituted strontium hexaferrites with giant coercivity," Chem. Commun., vol. 54, no. 5, 2017.



Спасибо за внимание!

Виды магнетизма



Магнитные свойства. Петля гистерезиса

B (или M)- намагниченность

B_r - остаточная намагниченность

$B_{\max}$ - максимальная магнитная
индукция

H - напряженность

H_c -коэрцитивная сила

$H_{\max}$ - напряженность насыщения

