Мёссбауэровская спектроскопия наночастиц core-shell типа

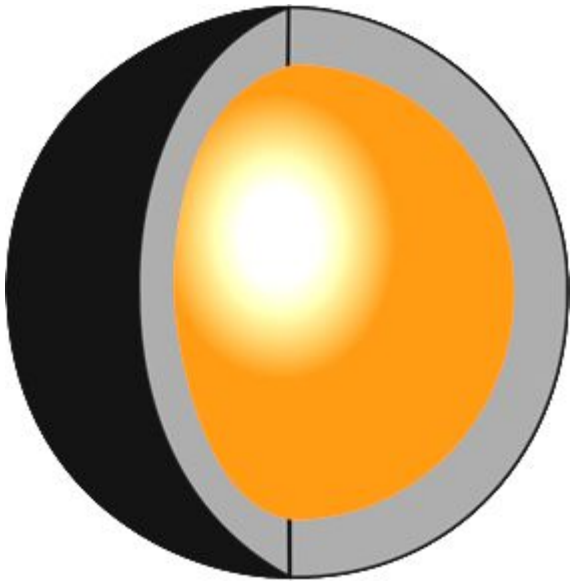
Абдуллин Аяз Фернатович

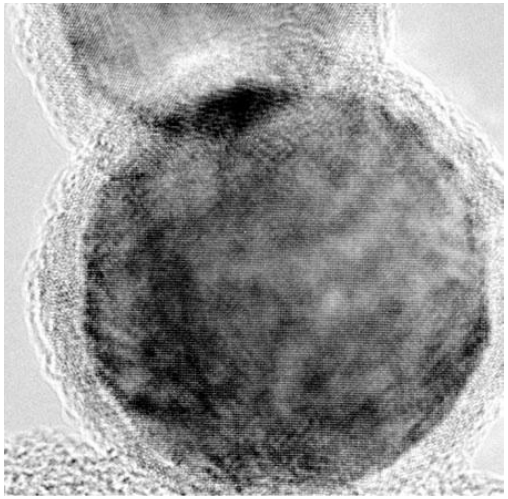
Группа 06-417

Научный руководитель – асс. каф. ФТТ

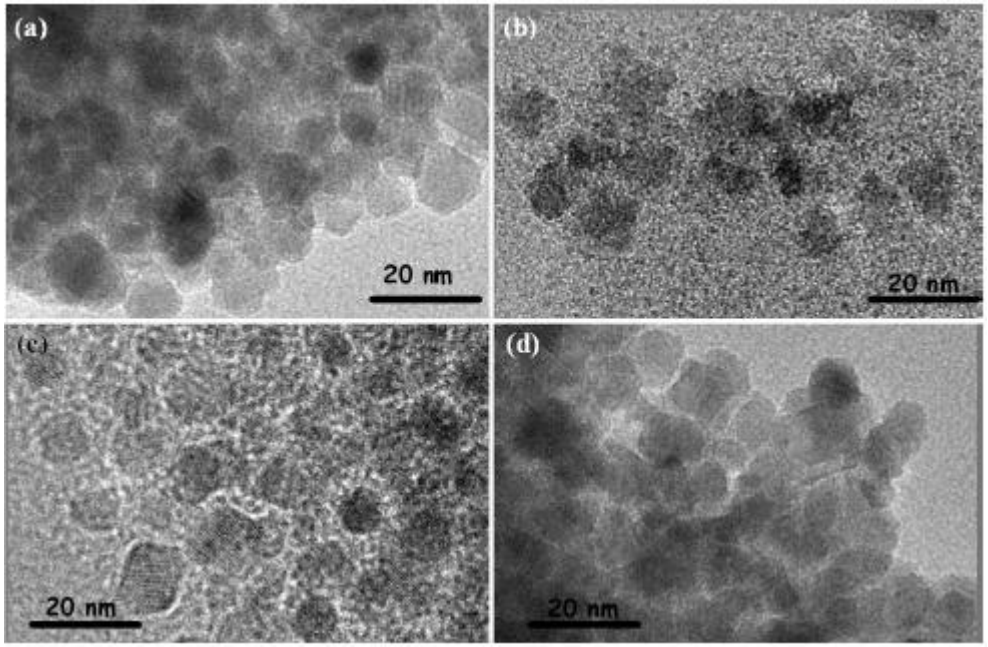
Пятаев Андрей Васильевич

Core-shell структура





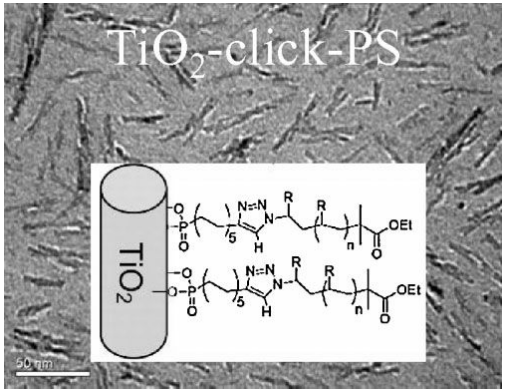
L Theil Kuhn *et al*, J. Phys.: Condens. Matter 14 (2002) 13551–13567



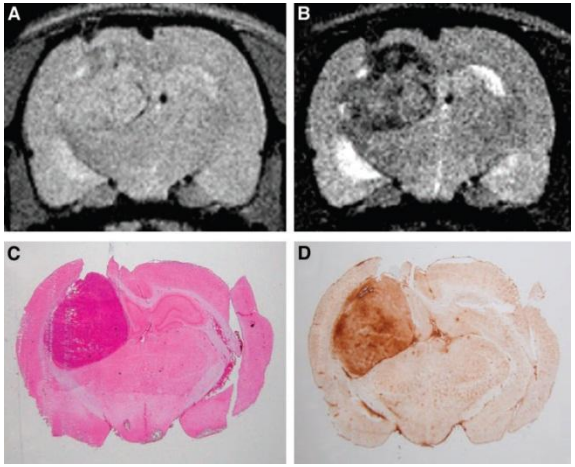
B. Kalska-Szostko *et al*, *Acta Physica Polonica A*, Vol. 119 (2011), p. 15-17

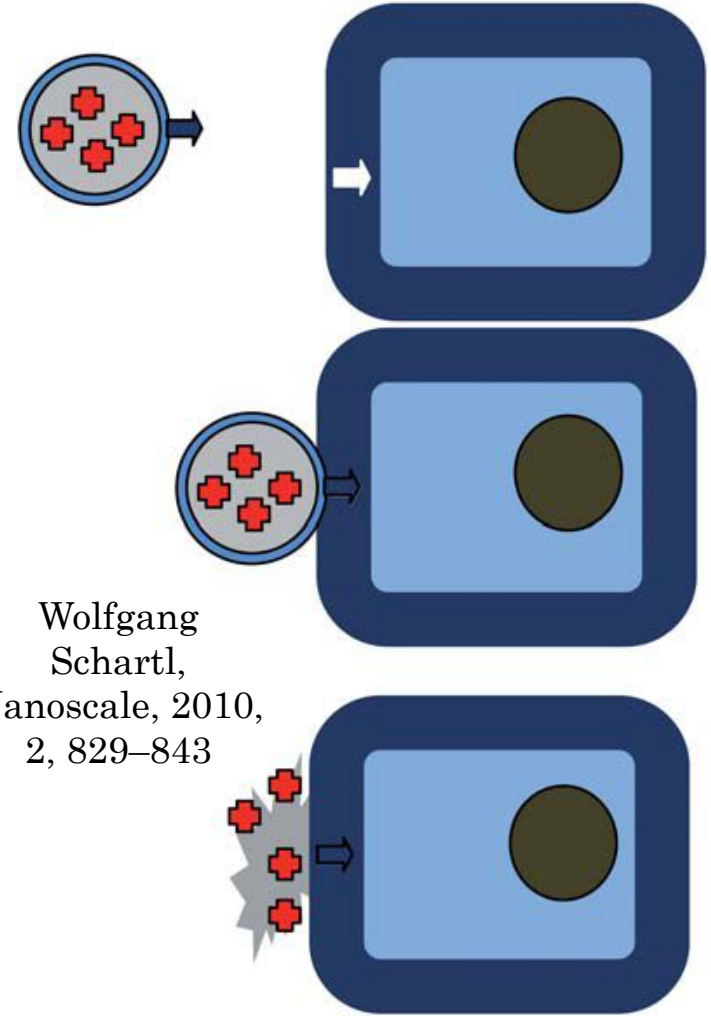
Применения наночастиц core-shell типа

Meghann A. White *et al*, Macromolecular Rapid Communications, 2008, 29



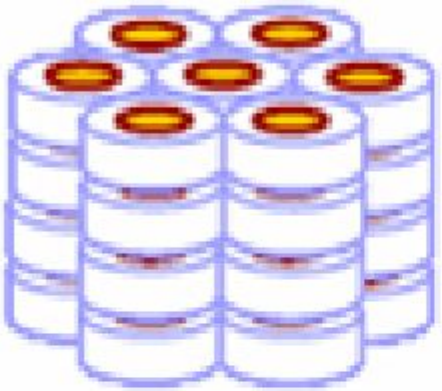
Moritz F. Kircher *et al*, Cancer research 63, 8122–8125, 2003

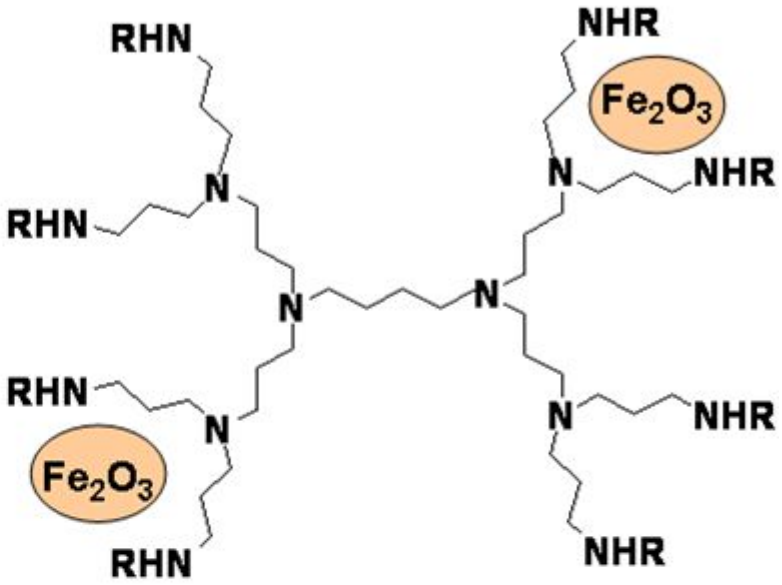


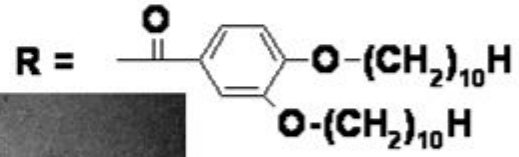


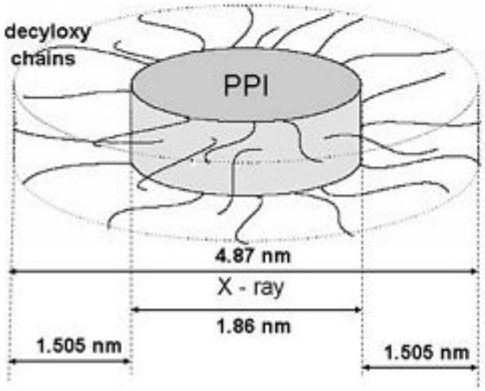
Wolfgang Schartl, Nanoscale, 2010, 2, 829–843

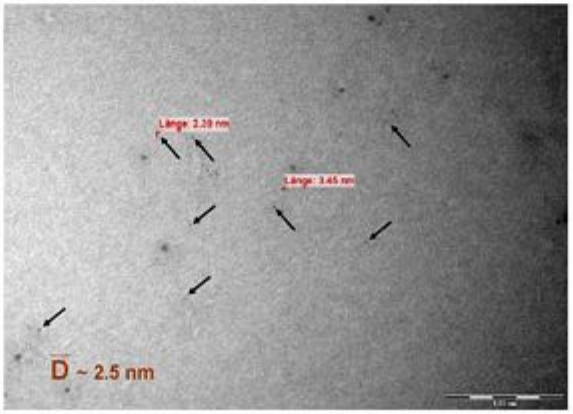
Исследованный образец







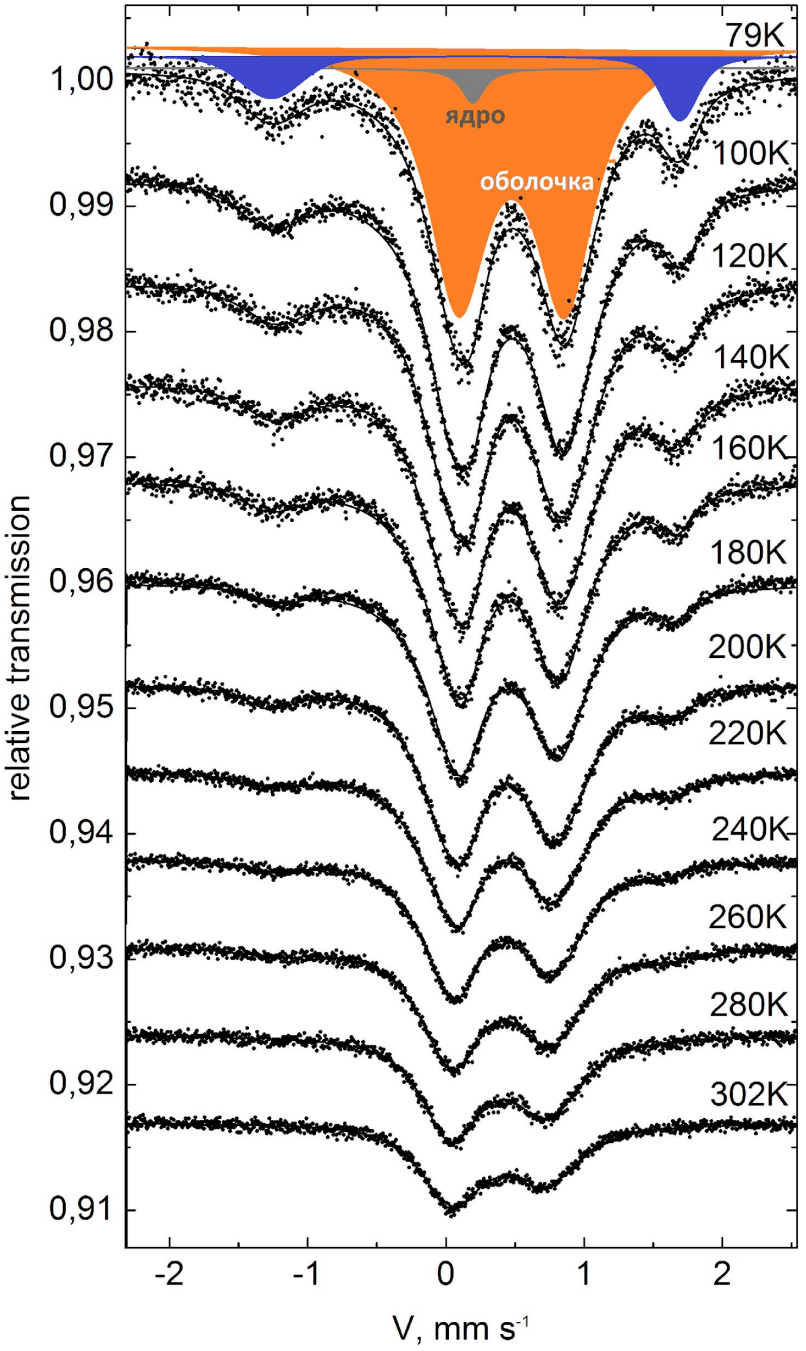




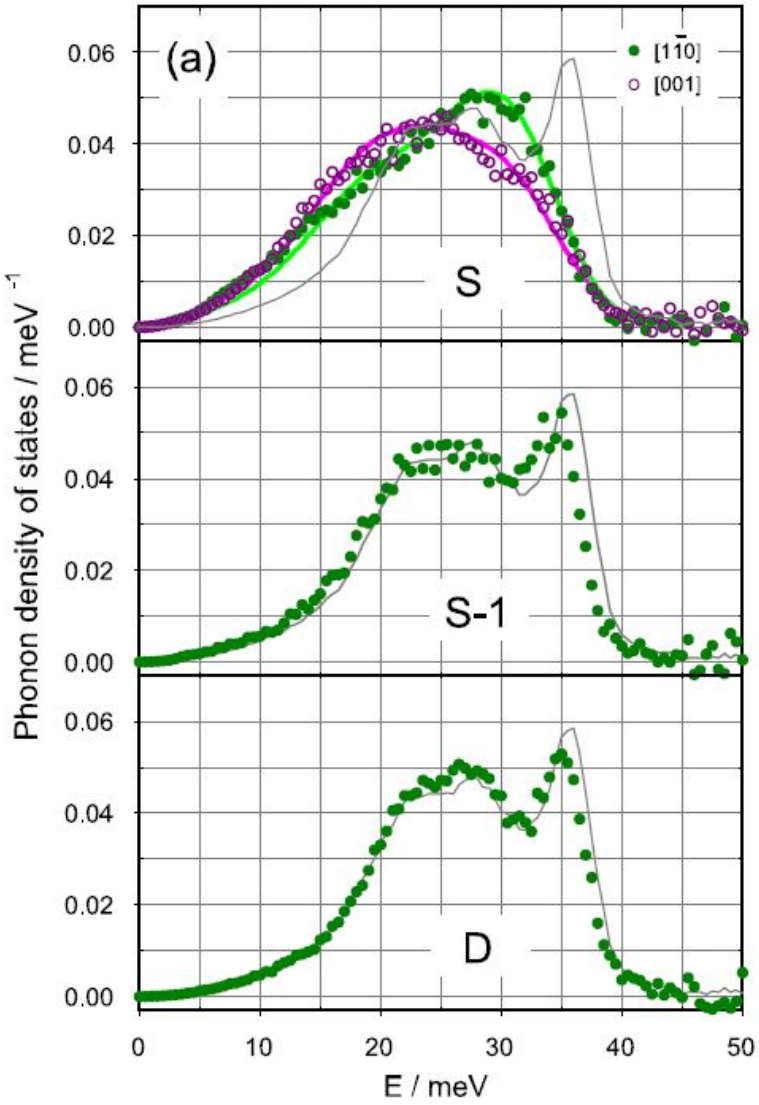
N.Domracheva *et al*, ChemPhysChem 2011, 12, 3009 – 3019

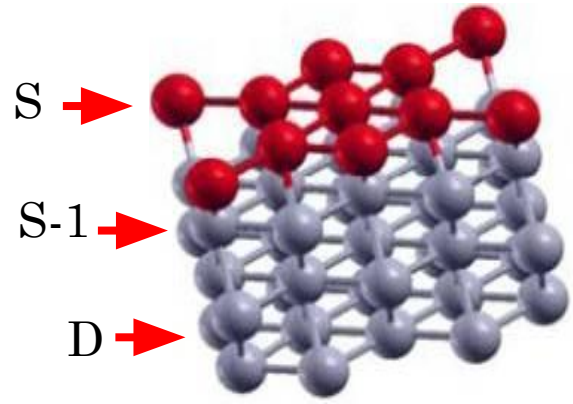
Полученные спектры пропускания наночастиц

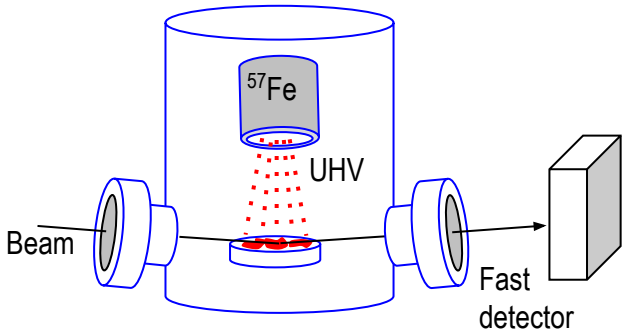
T±0,5 K	Qs±0,02 mm/s	Is±0,02 mm/s	S±1 %
79	2,93	0,22	15,4
100	2,93	0,23	15,7
120	2,9	0,23	14,4
140	2,91	0,22	13,2
160	2,91	0,21	12,8
180	2,88	0,22	10,9
200	2,89	0,18	9,1
220	2,89	0,19	7,4



Исследование колебательных свойств атомов поверхности монокристалла α-Fe

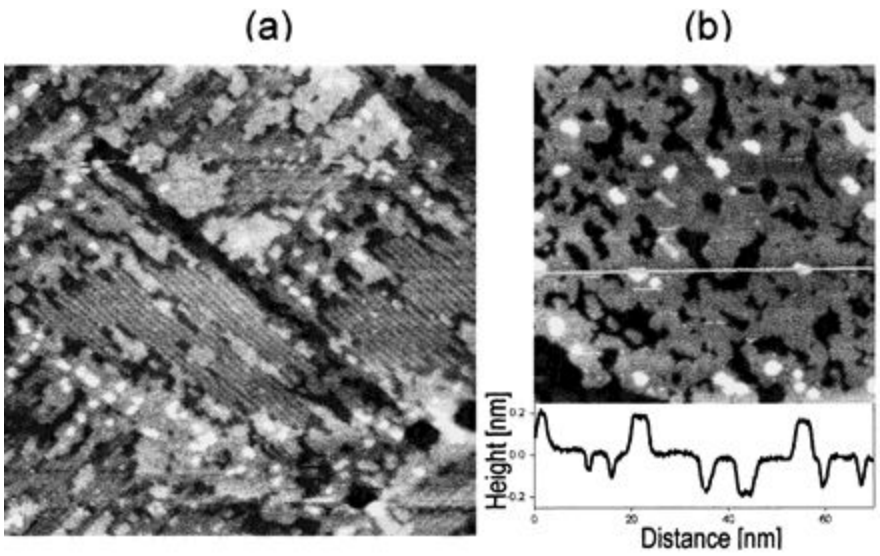


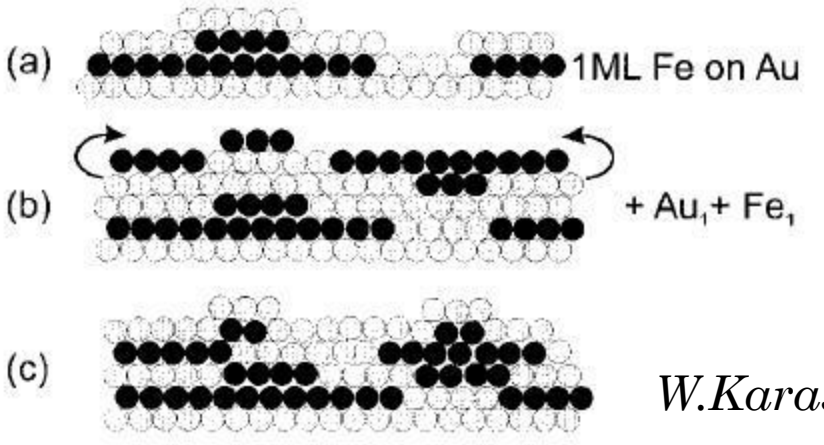


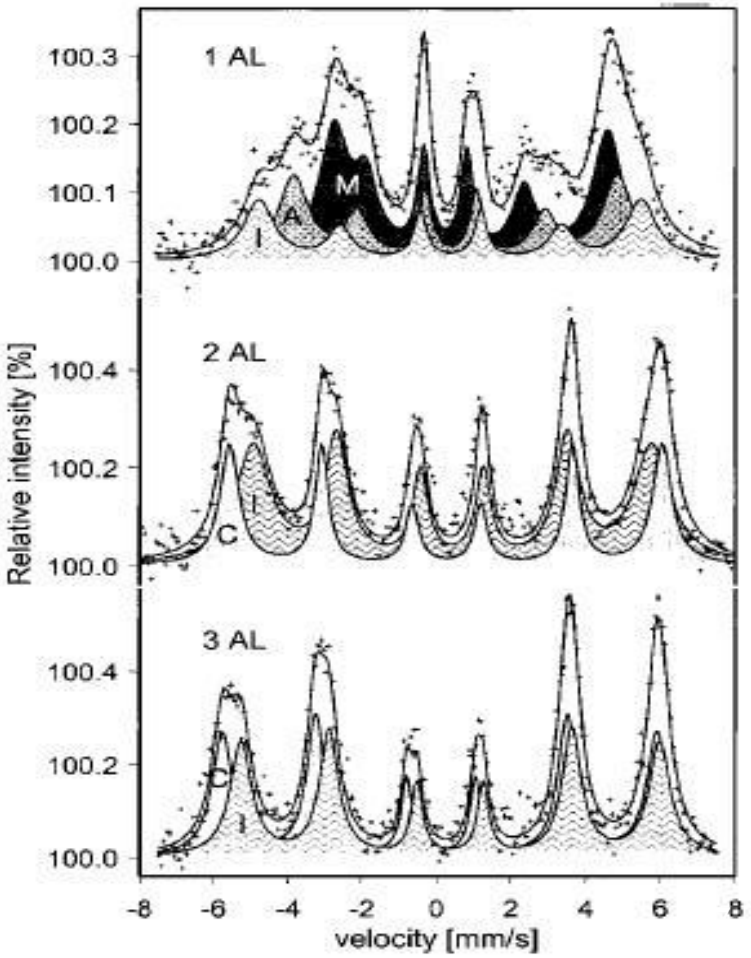


T.Slezak *et al*, PRL **99**, 066103 (2007) C

Конверсионная мёссбауэровская спектроскопия моноатомных слоёв железа





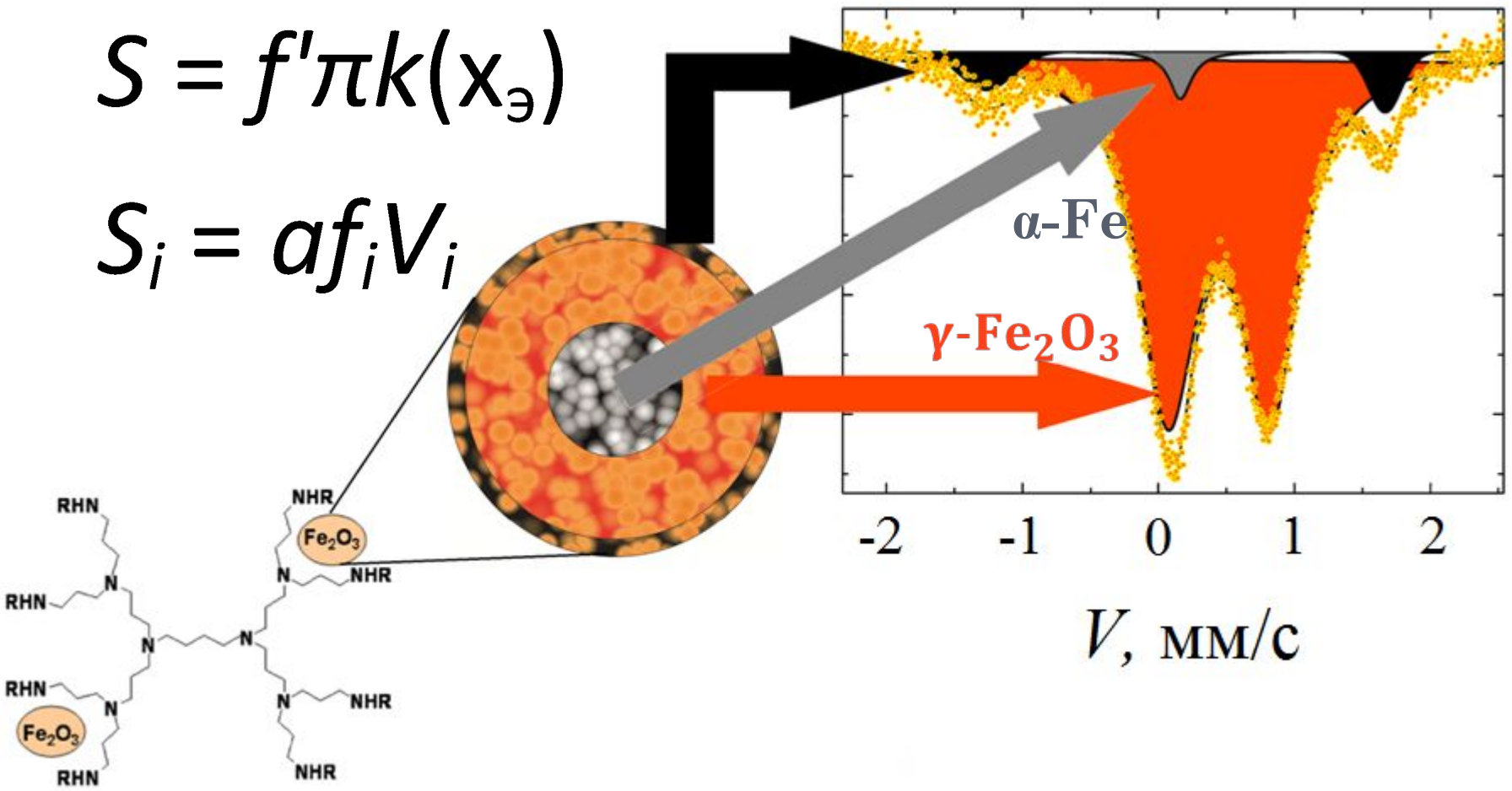


W.Karas et al, PSS (a) **189**, No. 2, 287-292 (2002)

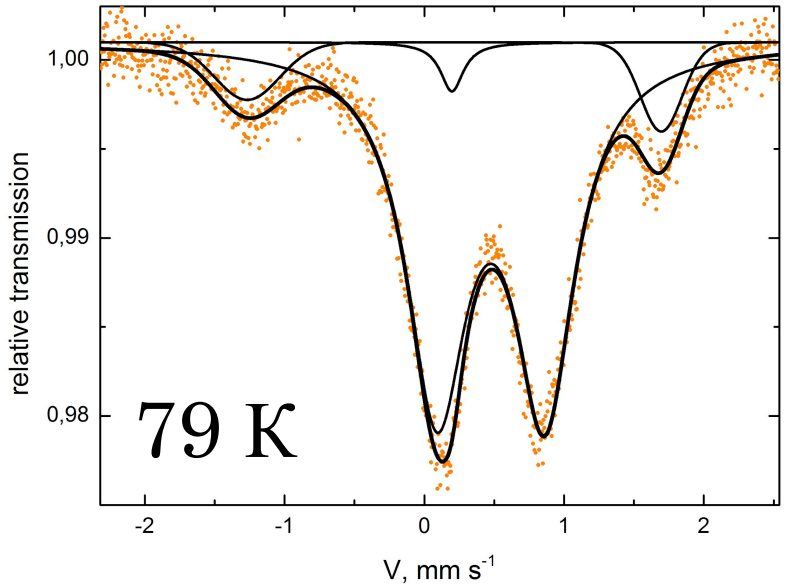
Модельно-зависимый подход к моделированию мёссбауэровских спектров наночастиц в геометрии пропускания

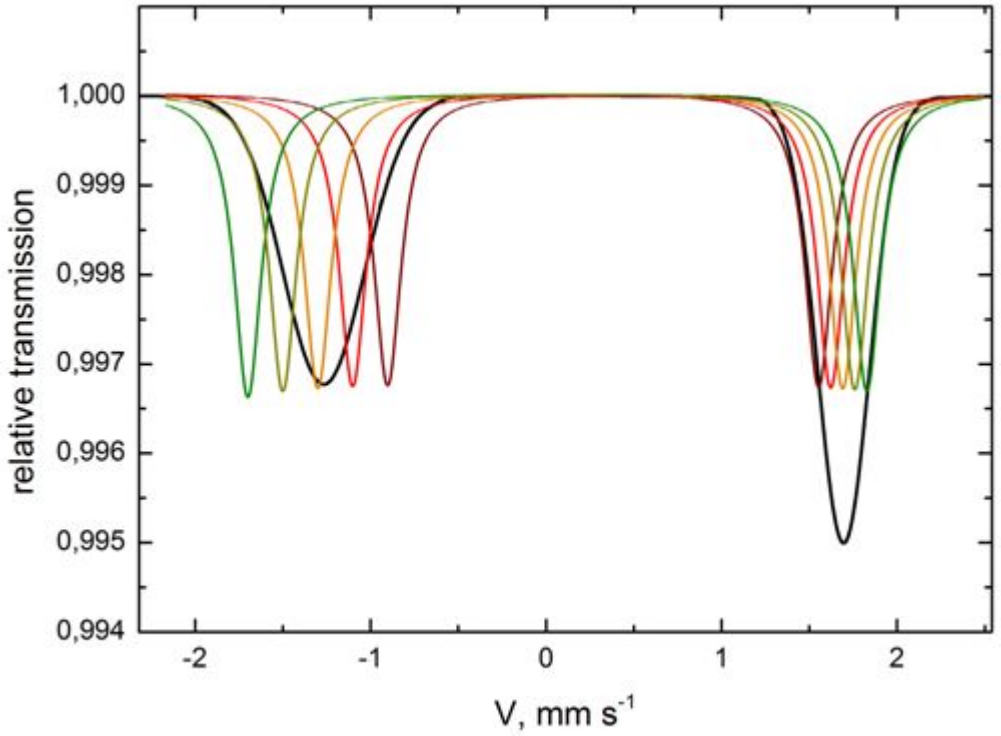
$$S = f'\pi k(x_э)$$

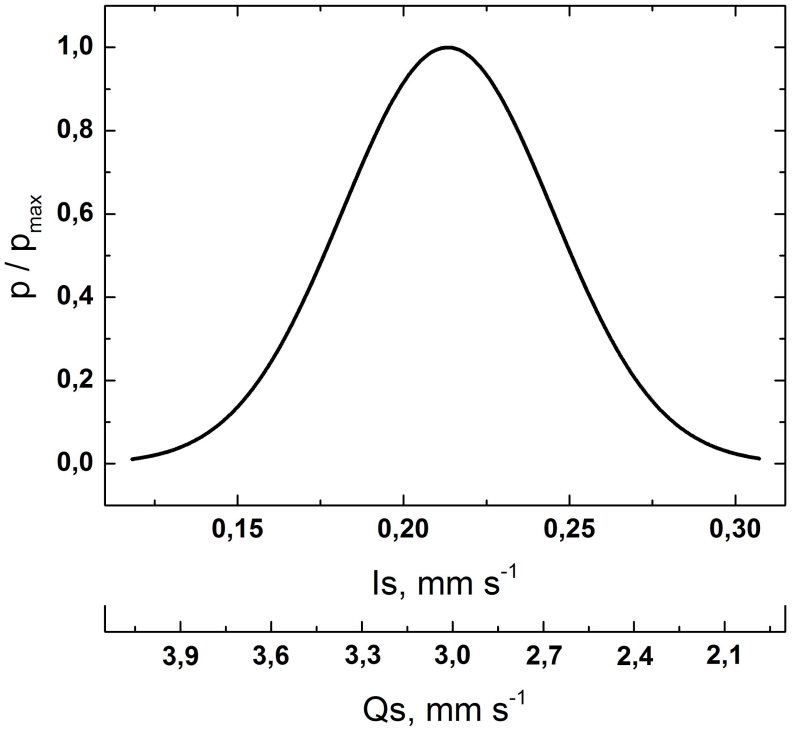
$$S_i = af_iV_i$$



Распределение изомерного сдвига и квадрупольного расщепления в спектральных компонентах атомов поверхности





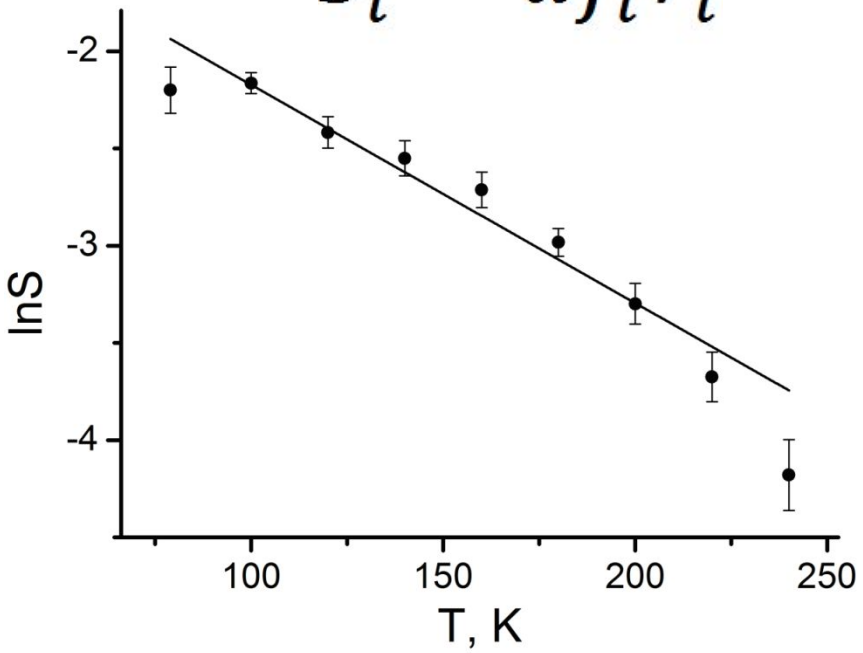


Зависимость фактора Мёссбауэра-Лэмба от температуры

$$f = \exp\left\{-\frac{3\Delta E}{2k\theta_Д}\right\} \cdot \exp\left\{-\frac{3A\left(\theta_Д, T\right)\Delta E}{2\,k\theta_Д}\frac{T^2}{\theta_Д^2}\right\}$$

$$S_i = a f_i V_i$$

$$A\left(\theta_Д, T\right) = \int_0^{\frac{\theta_Д}{T}} \frac{u du}{e^u - 1}$$



$$\theta_Д^{\text{поверх.}} = 56 \pm 5\ \text{K}$$

$$\theta_Д^{\gamma\text{-}Fe_2O_3} = 74 \pm 5\ \text{K}$$

Измерение температуры Дебая наночастиц методом рентгеновской дифракции

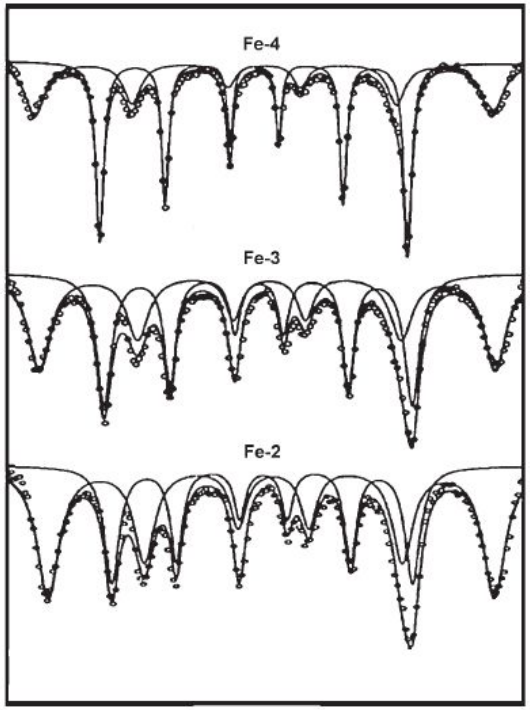
Table 1: The values Debye temperature (θ_M.) for the Fe_2O_3 nanoparticle powders.

Fe_2O_3 nanoparticle powders (com.)	Particle Size (nm)	θ_M (K)
I	154.30	279(18)
II	68.91	183(14)
III	62.62	137(6)
IV	48.26	107(4)

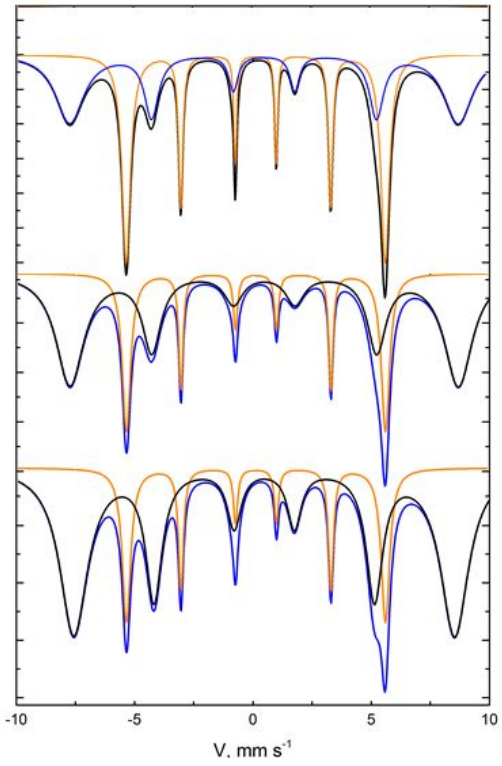
L.Jithender et. al., International Journal of Engineering Science and Technology, Vol. 4 No.06 June 2012, 2861-2865

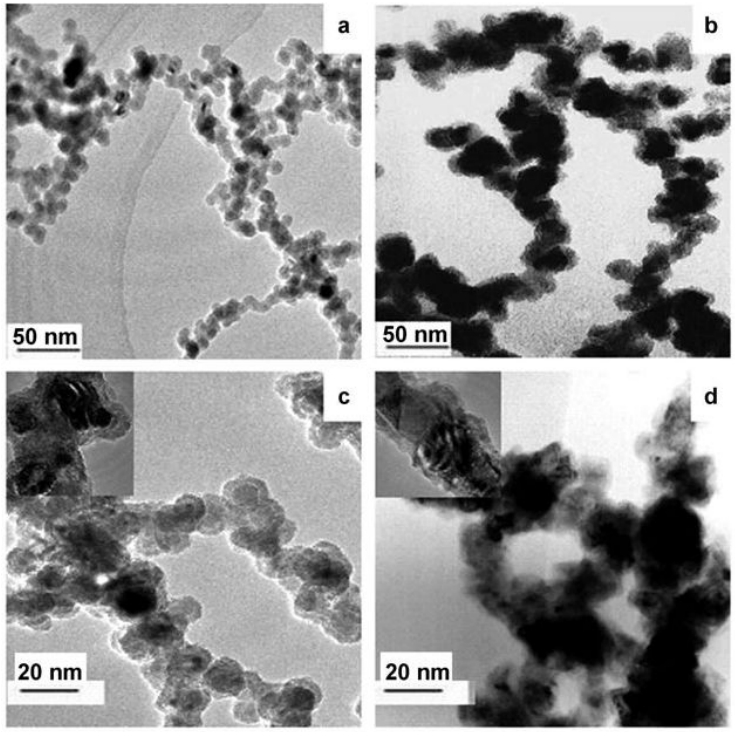
Апробация модели для других систем

Экспериментальные спектры



Модельные спектры





Sample	Hyperfine field [T]		Mössbauer parameters Isomer shift [mm s^{-1}]		TEM [nm]	
	α-Fe	Iron oxide	α-Fe	Iron oxide	D_{TEM}	σ_{TEM}
Fe-2	34	51	0.13	048	15	2
Fe-3	34	51	0.13	0.48	20	2
Fe-4	34	51	0.12	0.47	29	2

Oscar Bomat-Miguel *et al*, Small 2006, 2, No. 12, 1476 – 1483

Заключение

- Проведено детальное мессбауэровские исследования наночастиц core-shell типа созданных в макромолекулах жидкокристаллического дендримера поли(пропилен имина) второй генерации.

- Развит и применён модельно-зависимый подход к описанию мессбауэровских спектров наночастиц с учетом их core-shell структуры, получены параметры сверхтонких взаимодействий.

- Изучена динамика атомов поверхности наночастиц core-shell типа и определена температура Дебая для поверхностных атомов $\theta_д = 56 \pm 5$ **К**.

Публикации

- Abdullin, A.F. Mössbauer study of the surface of core-shell type nanoparticles [Text] / A.F. Abdullin, A.V. Pyataev, N.E. Domracheva, M.S. Gruzdev // Journal of Surface Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques, 2016, Vol. 10, No. 1, pp. 35-38.
- Заиров, Р.Р. Наночастицы на основе комплексов гадолиния(III) и европия(III) для биовизуализации [Текст] / Р.Р. Заиров, Н.А. Шамсутдинова, А.Н. Фаттахов, А.В. Пятаев, А.Ф. Абдуллин, А.В. Герасимов, А.Т. Губайдуллина, А.Р. Мустафина // ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК. – 2016. – №. 5. (В печати)

Мёссбауэровская спектроскопия наночастиц core-shell типа

Абдуллин Аяз Фернатович

Группа 06-417

Научный руководитель – асс. каф. ФТТ

Пятаев Андрей Васильевич