

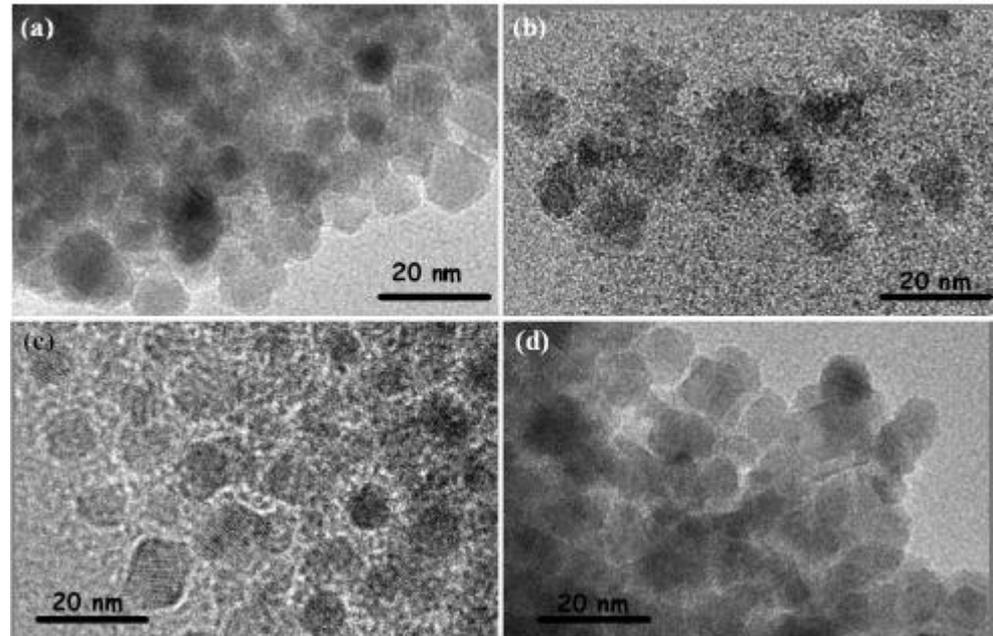
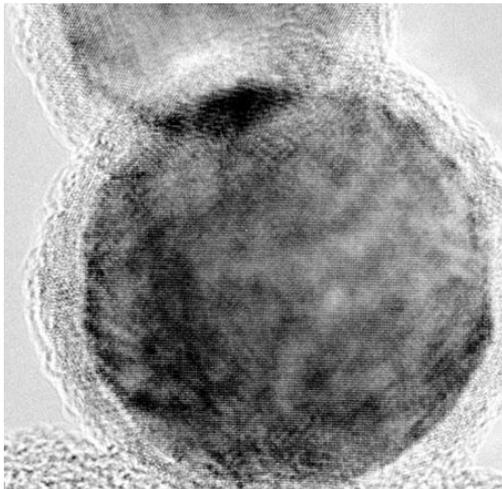
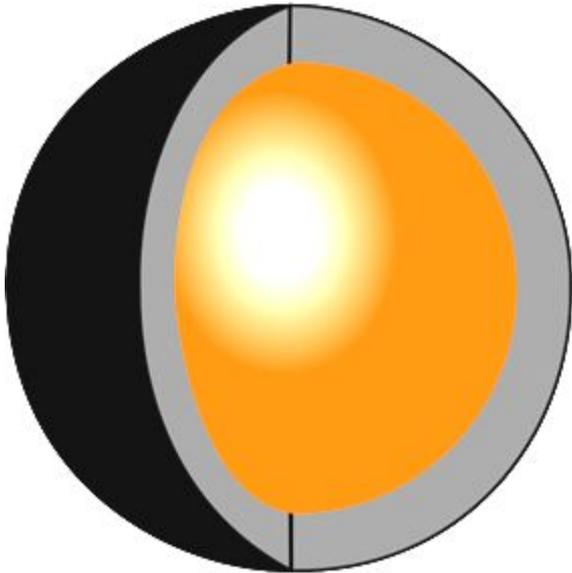


# **МЁССБАУЭРОВСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ НАНОЧАСТИЦ CORE-SHELL ТИПА**

**Абдуллин Аяз Фернатович  
Группа 06-417**

**Научный руководитель – асс. каф. ФТТ  
Пятаев Андрей Васильевич**

# CORE-SHELL СТРУКТУРА

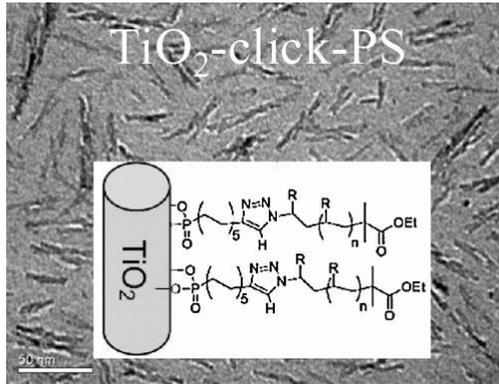


L Theil Kuhn  
*et al*, *J. Phys.:*  
*Condens.*  
*Matter* 14  
(2002)  
13551–13567

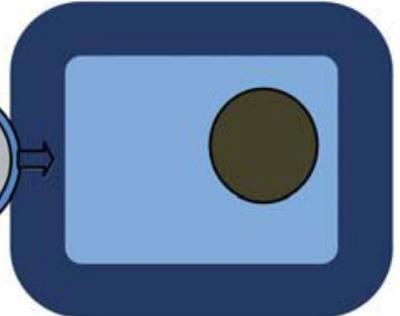
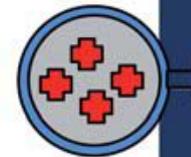
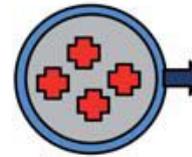
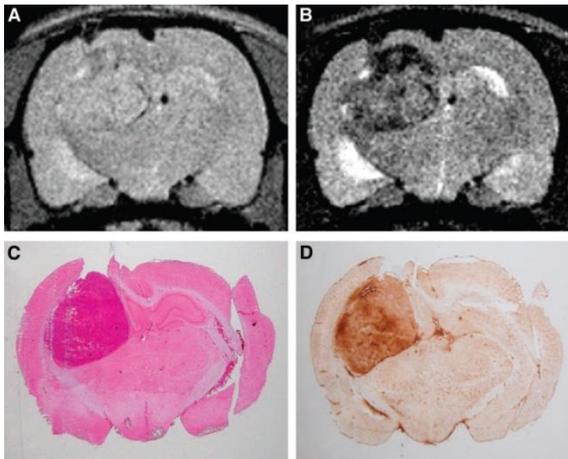
B. Kalska-Szostko *et al*, *Acta*  
*Physica Polonica A*, Vol. 119  
(2011), p. 15-17

# ПРИМЕНЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ CORE-SHELL ТИПА

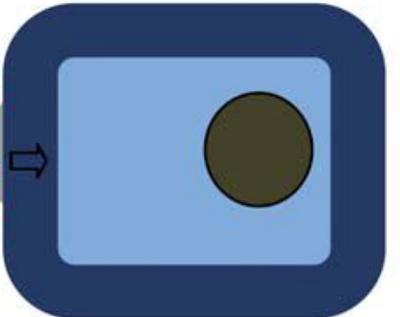
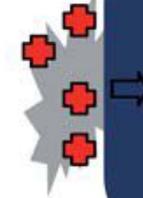
Meghann A. White *et al*,  
Macromolecular Rapid Communications, 2008, 29



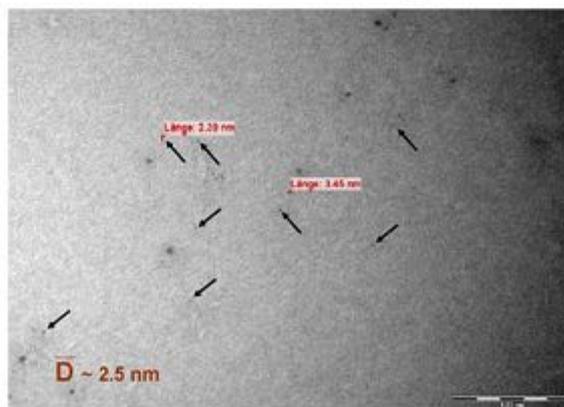
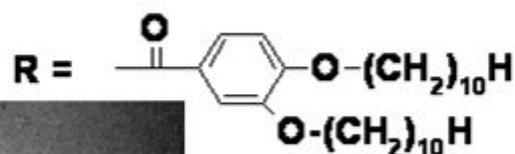
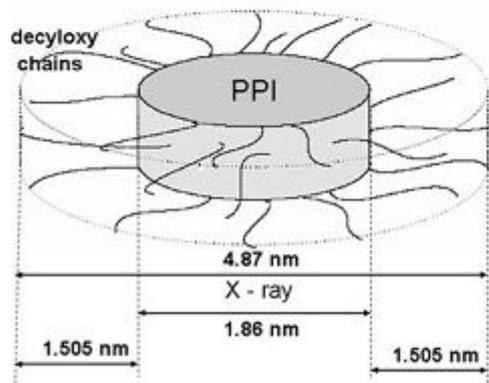
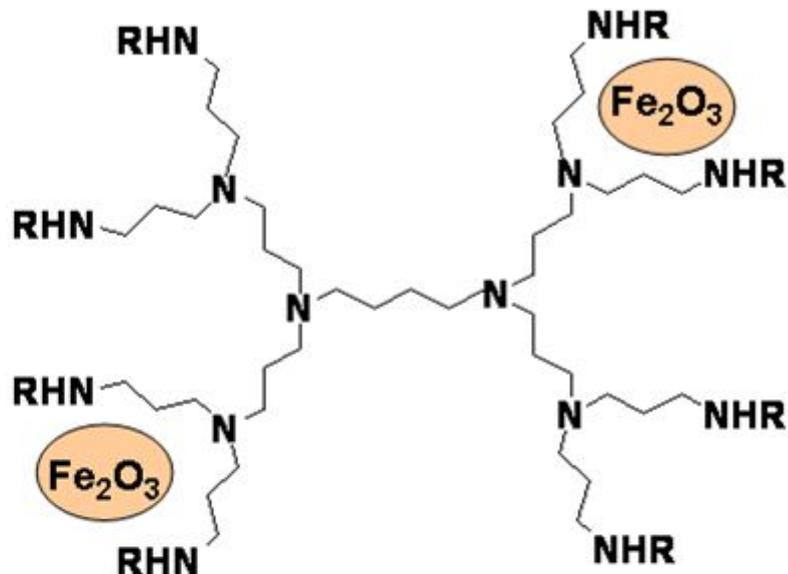
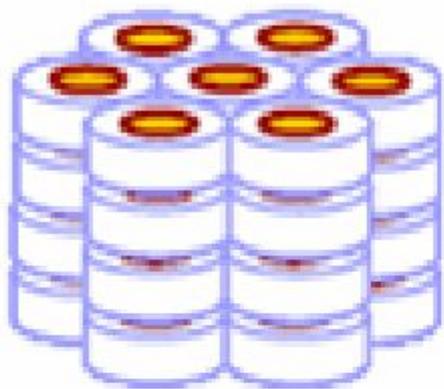
Moritz F. Kircher *et al*,  
Cancer research 63,  
8122–8125,  
2003



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



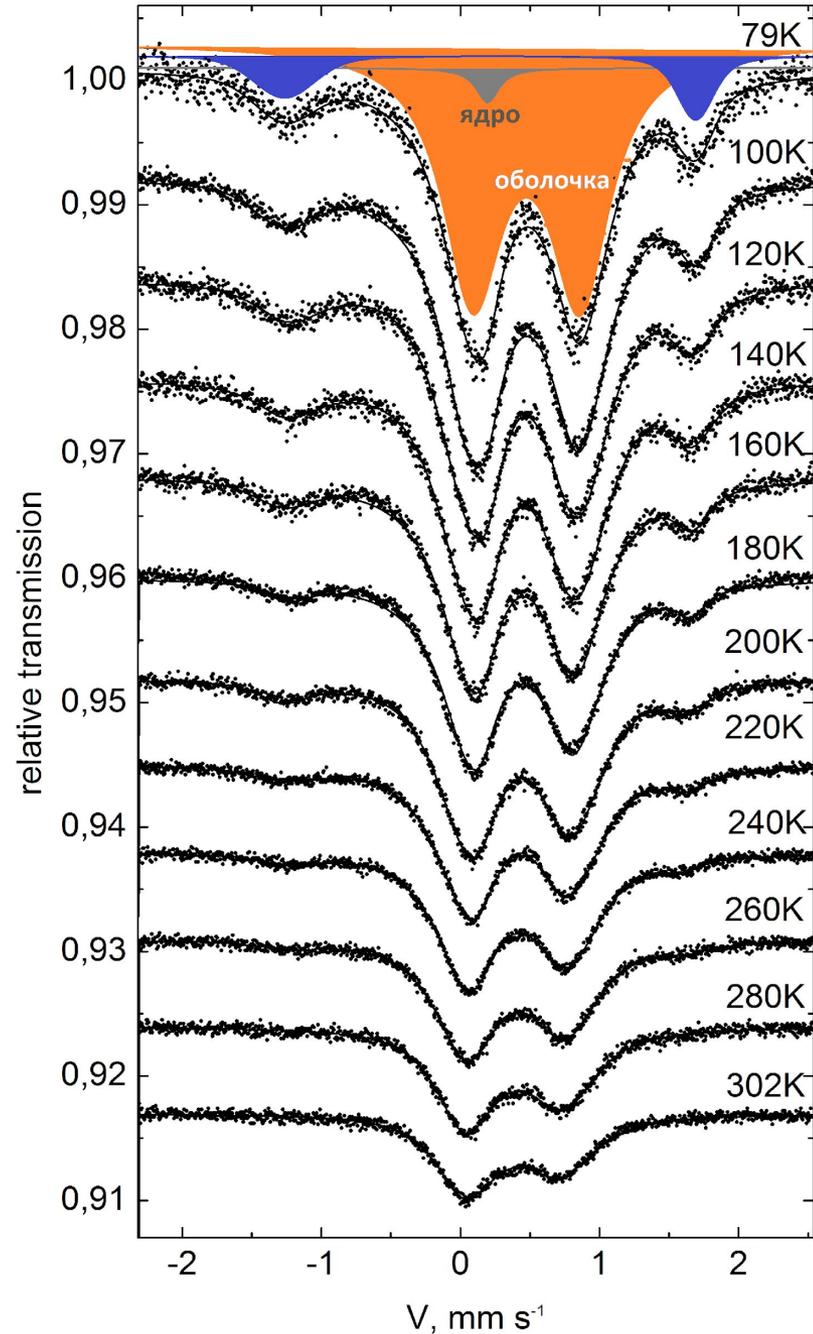
# Исследованный образец



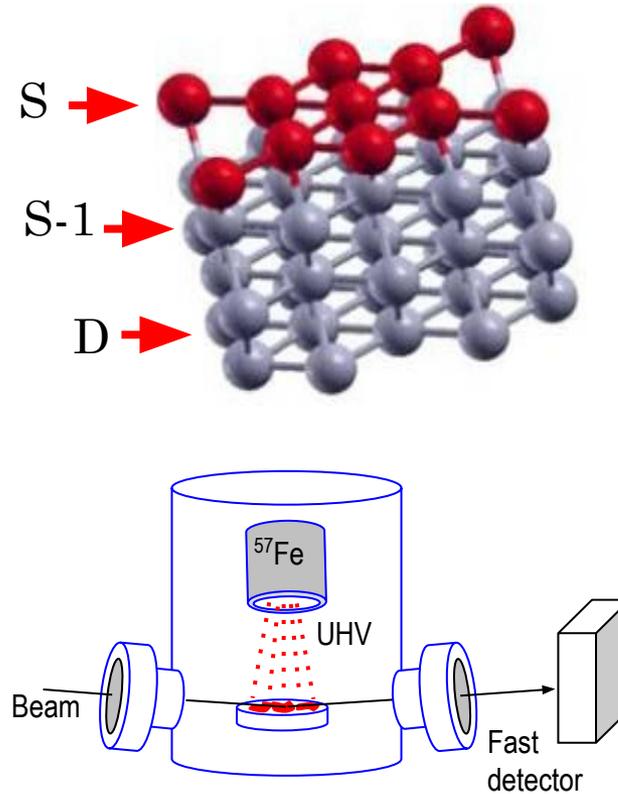
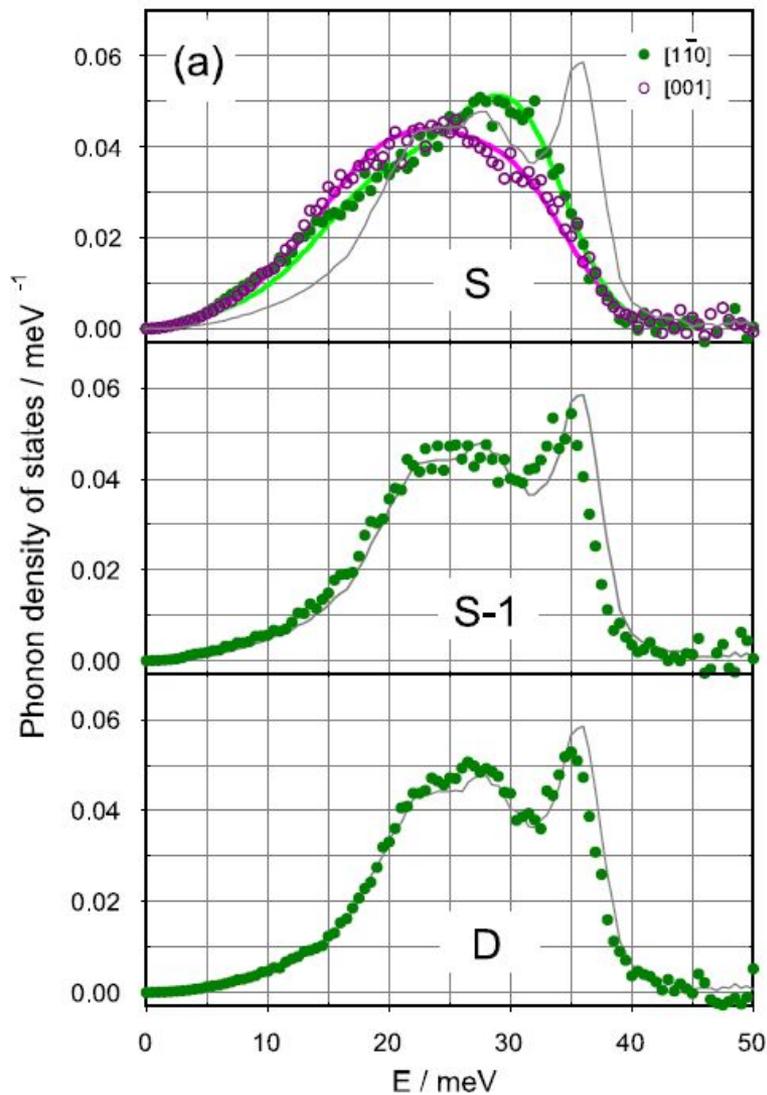
N.Domracheva  
*et al*,  
 ChemPhysChem  
 2011, 12, 3009 –  
 3019

# Полученные спектры пропускания наночастиц

$T_{\pm 0,5}$ К	$Q_{s\pm 0,02}$ mm/s	$I_{s\pm 0,02}$ mm/s	$S_{\pm 1}$ %
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

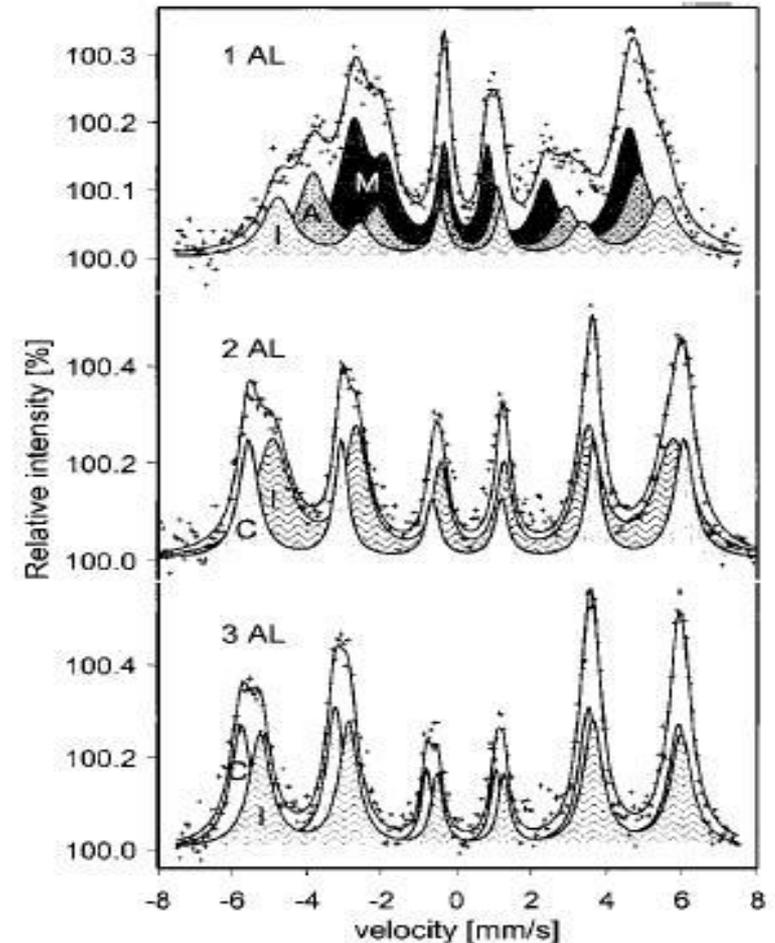
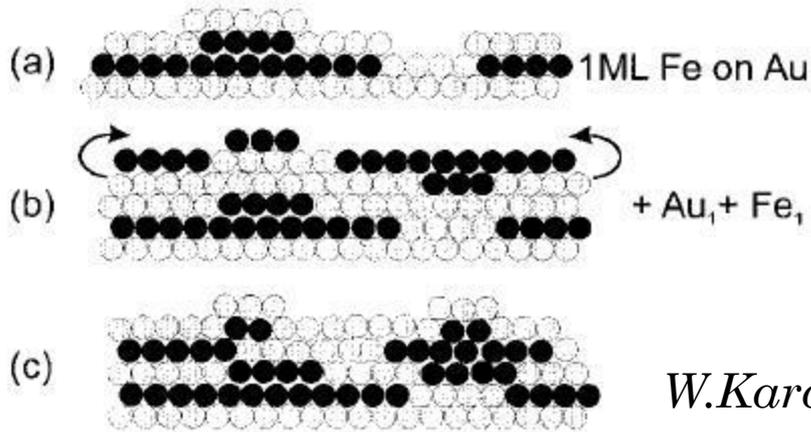
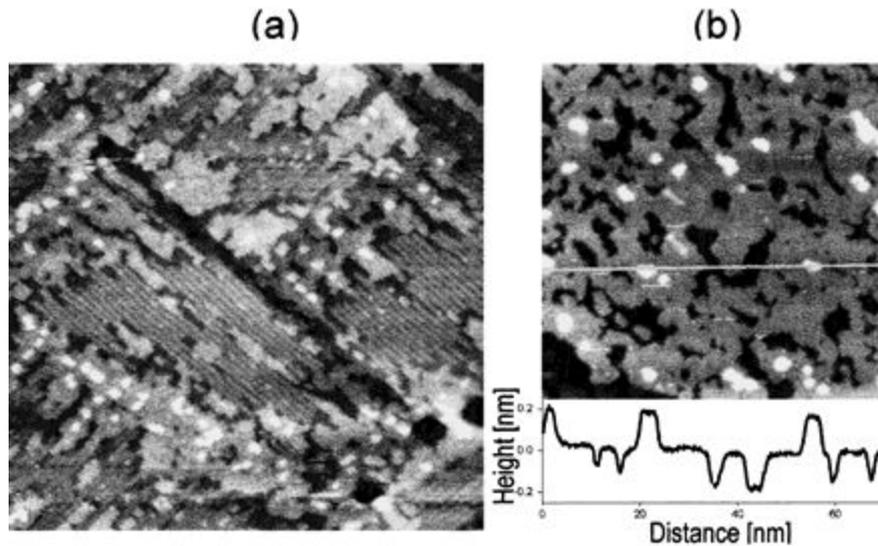


# ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ АТОМОВ ПОВЕРХНОСТИ МОНОКРИСТАЛЛА $\alpha$ -Fe



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

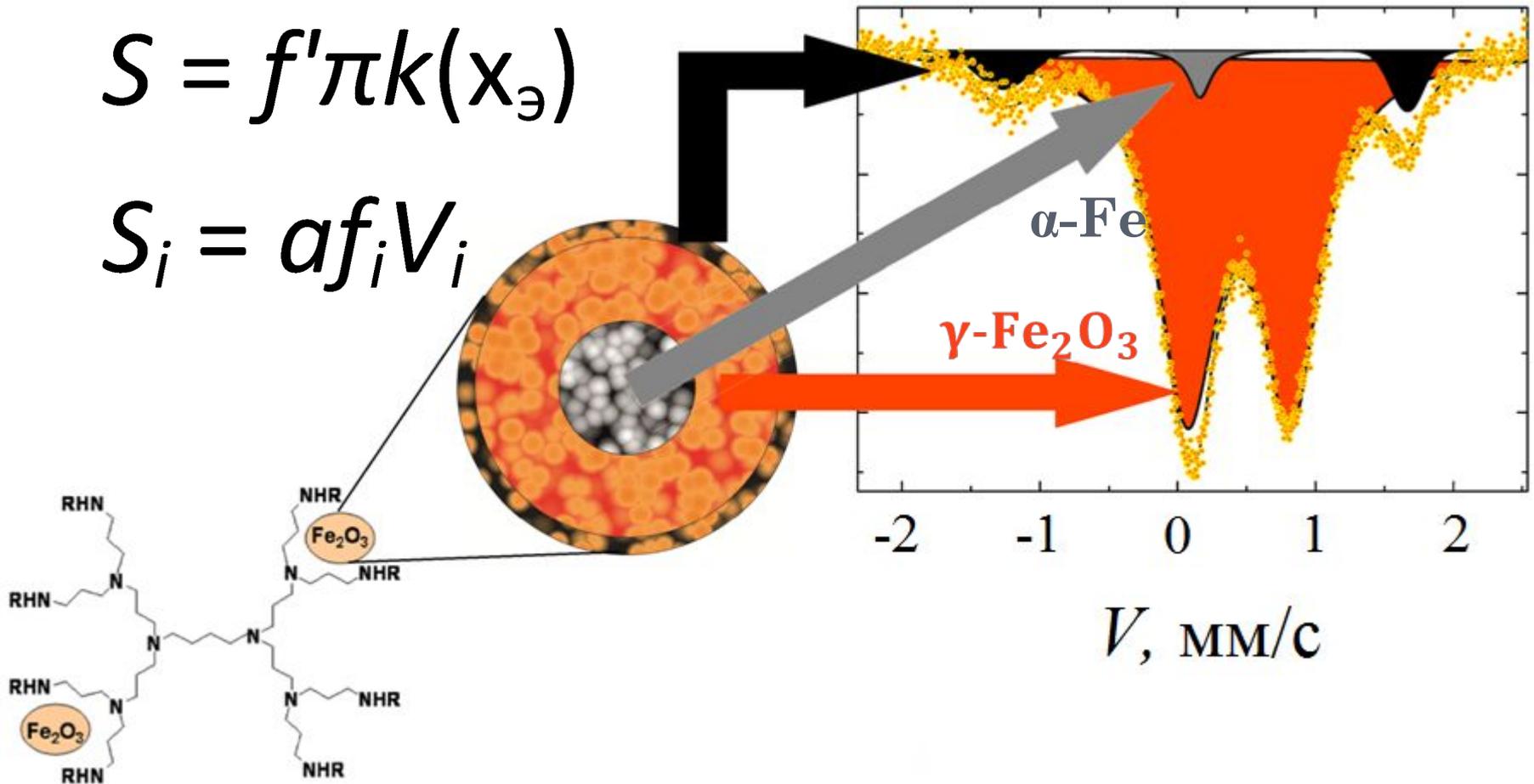
# КОНВЕРСИОННАЯ МЁССБАУЭРОВСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ МОНОАТОМНЫХ СЛОЁВ ЖЕЛЕЗА



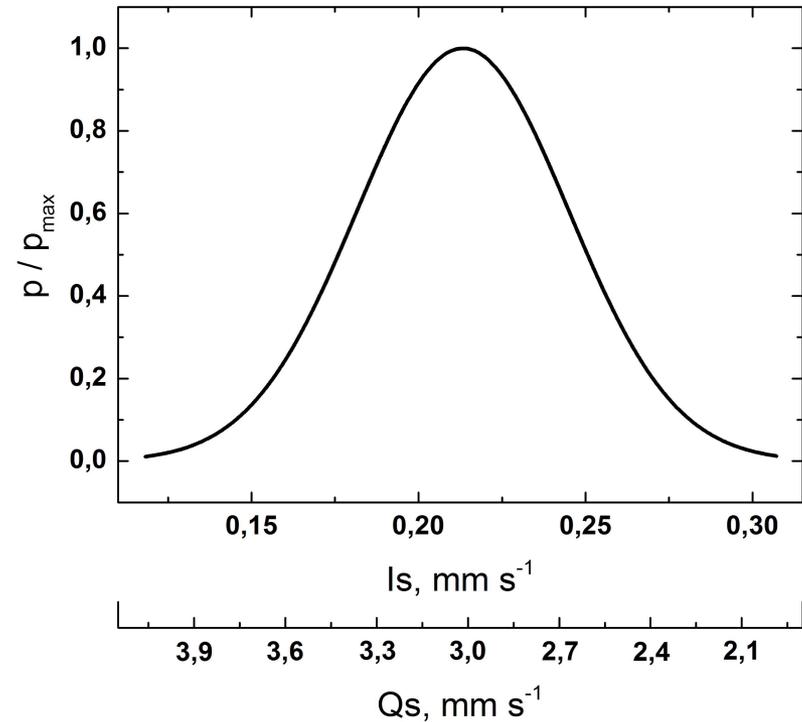
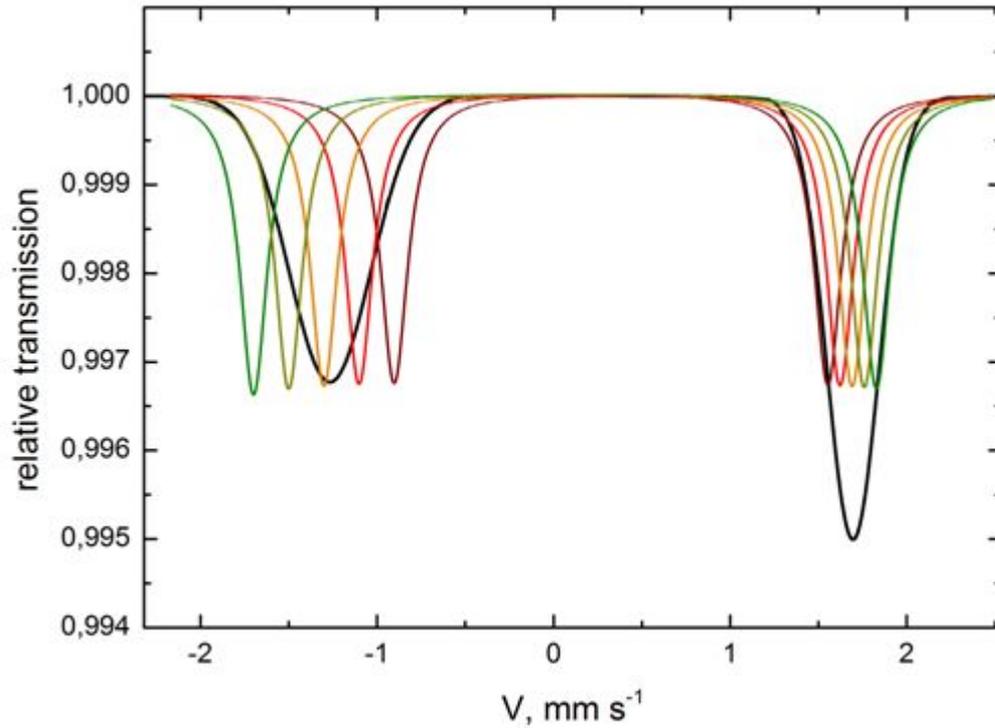
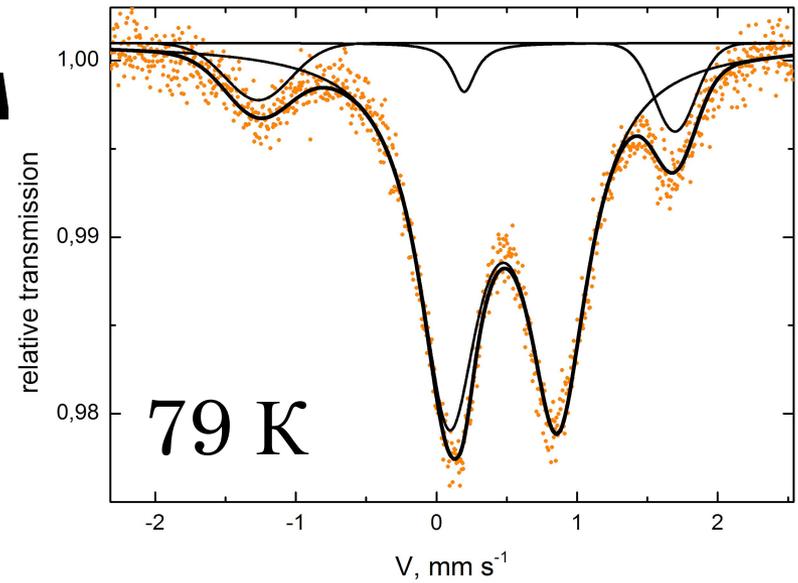
# Модельно-зависимый подход к моделированию МЁССБАУЭРОВСКИХ СПЕКТРОВ НАНОЧАСТИЦ В ГЕОМЕТРИИ ПРОПУСКАНИЯ

$$S = f' \pi k(x_{\text{Э}})$$

$$S_i = a f_i V_i$$



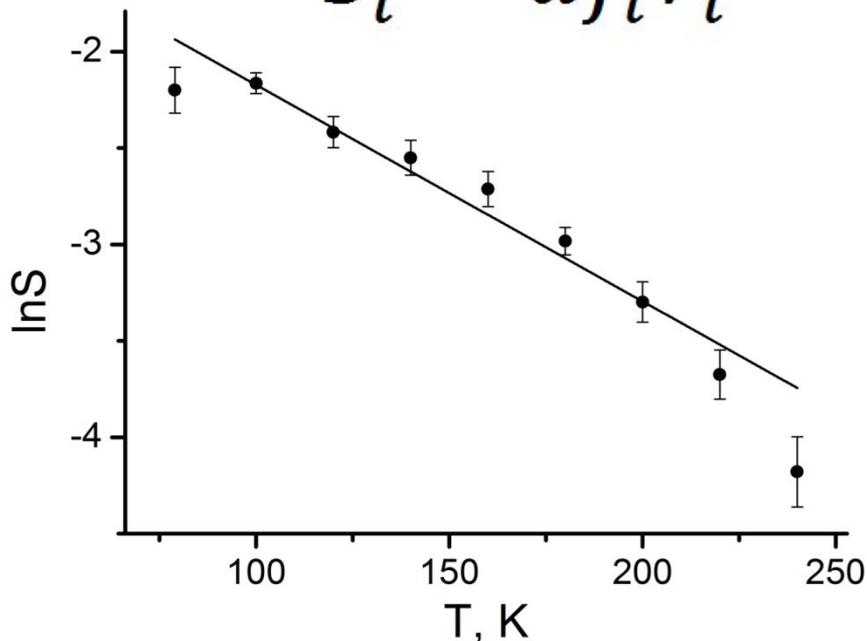
# РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗОМЕРНОГО СДВИГА И КВАДРУПОЛЬНОГО РАСЩЕПЛЕНИЯ В СПЕКТРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТАХ АТОМОВ ПОВЕРХНОСТИ



# ЗАВИСИМОСТЬ ФАКТОРА МЁССБАУЭРА-ЛЭМБА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

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

$$S_i = a f_i V_i$$



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

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

$$\theta_D^{\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3} = 74 \pm 5 \text{ K}$$

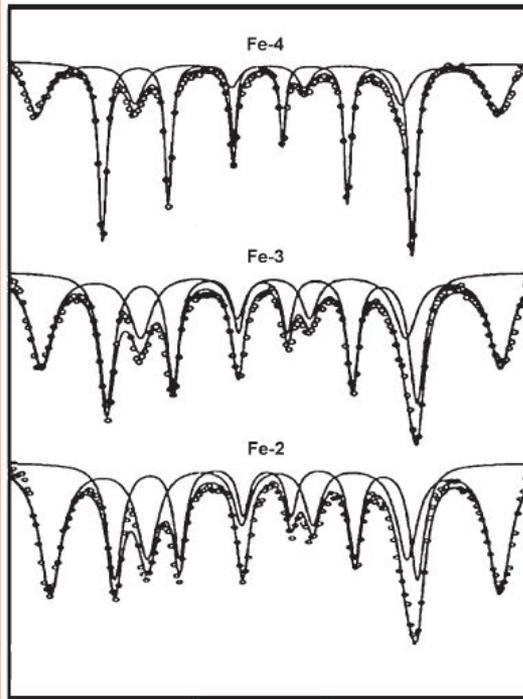
# ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЕБАЯ НАНОЧАСТИЦ МЕТОДОМ РЕНТГЕНОВСКОЙ ДИФРАКЦИИ

Table 1: The values Debye temperature ( $\theta_M$ )  
for the  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  nanoparticle powders.

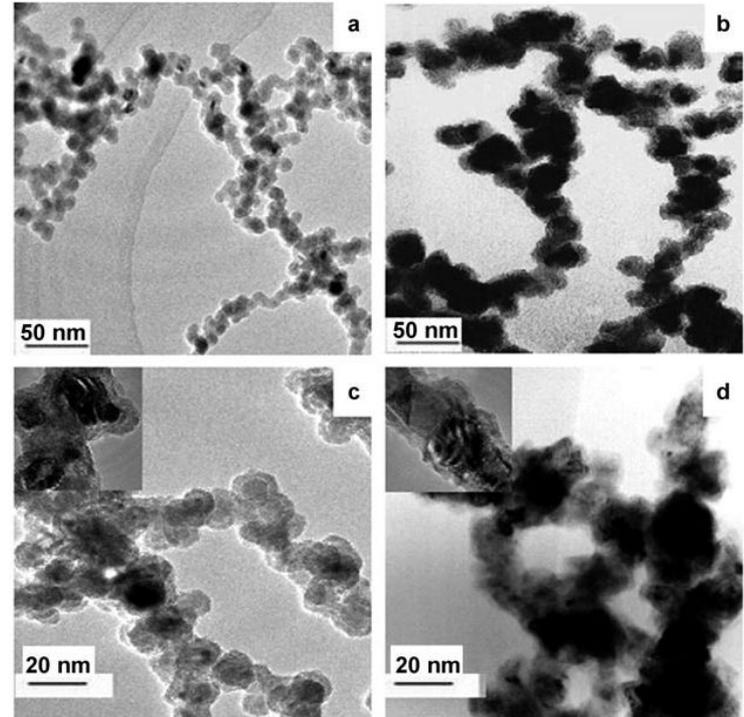
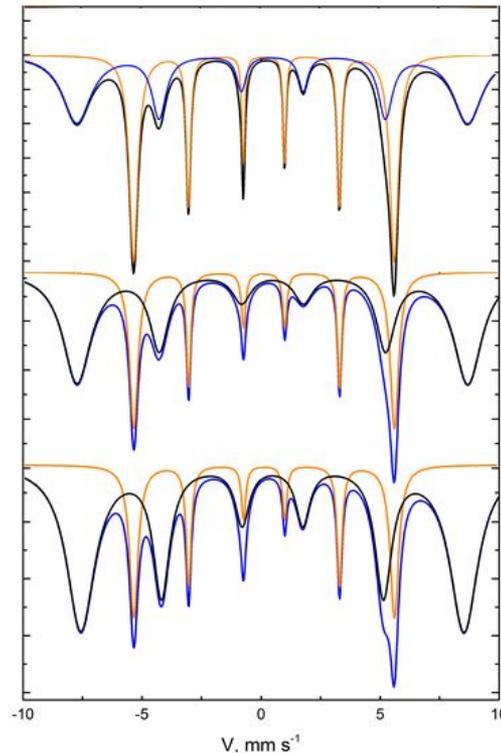
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ nanoparticle powders (com.)	Particle Size (nm)	$\theta_M$ (K)
I	154.30	279(18)
II	68.91	183(14)
III	62.62	137(6)
IV	48.26	107(4)

# АПРОБАЦИЯ МОДЕЛИ ДЛЯ ДРУГИХ СИСТЕМ

Экспериментальные спектры



Модельные спектры



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

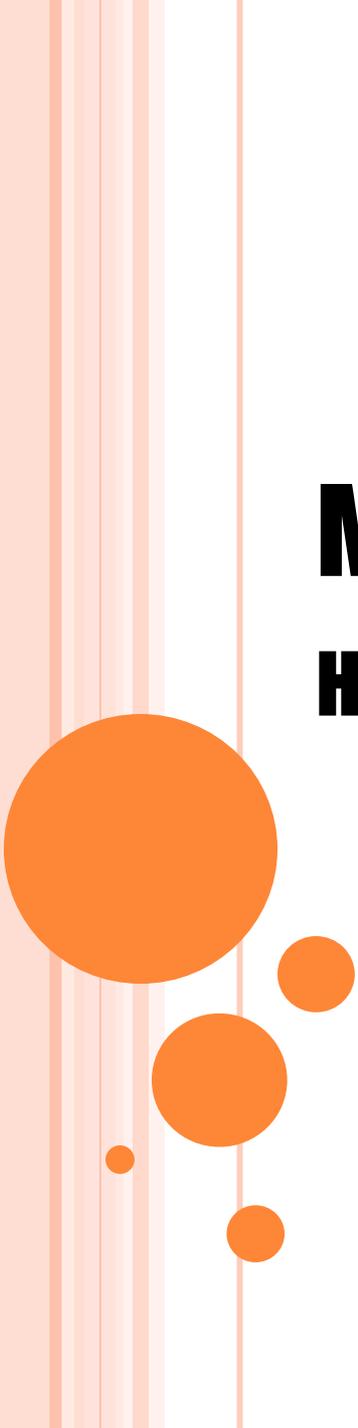
Oscar  
Bomat-Miguel *et al*,  
*Small* 2006, 2,  
No. 12, 1476 –  
1483

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Проведено детальное мессбауэровские исследования наночастиц core-shell типа созданных в макромолекулах жидкокристаллического дендримера поли(пропилен имина) второй генерации.
- Развита 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  $\theta_d = 56 \pm 5 \text{ K}$ .

# 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**