

***Наноматериалы***

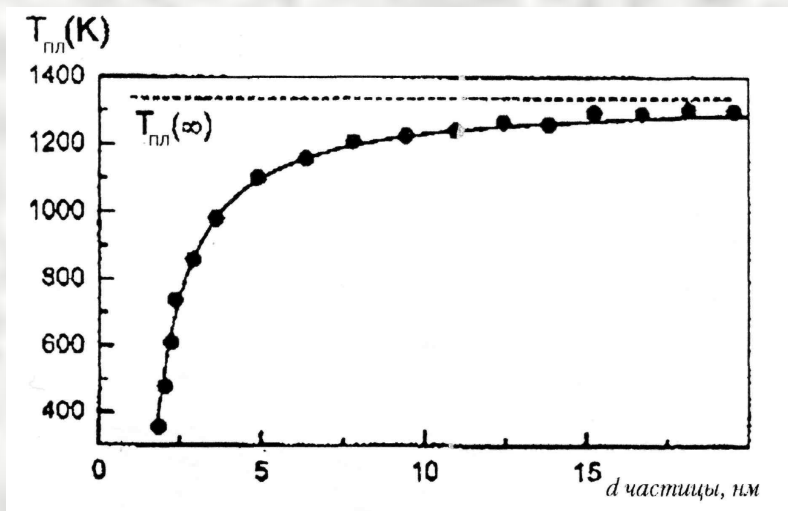
***и***

***нанотехнологии***

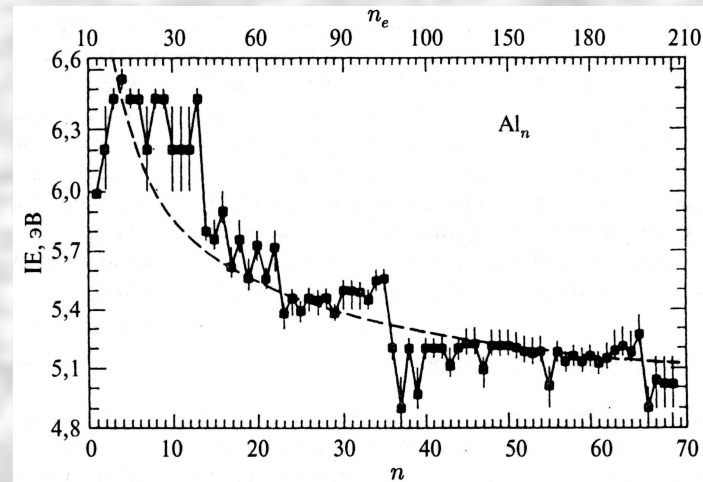
***- вчера, сегодня, завтра***

# Классификация частиц по размерам

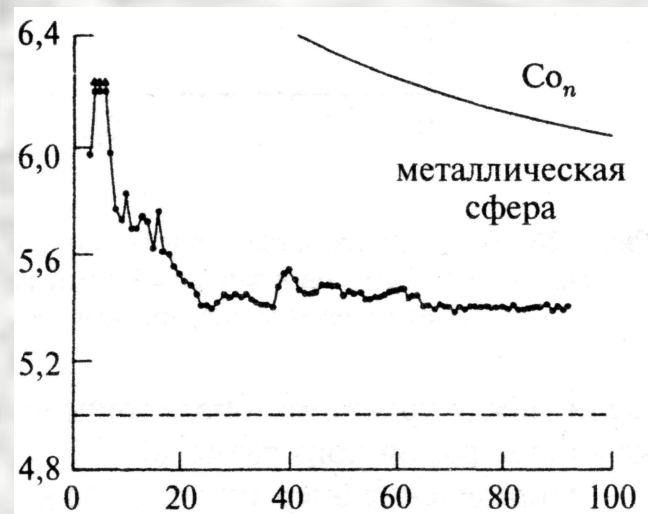
<i>a</i>						
Область I Молекулярные кластеры	Область II Кластеры твердого тела		Область III Микро- кристаллы	Область IV Частицы компактного вещества		
$N \leq 10$	$10^2 \leq N \leq 10^3$		$10^3 \leq N \leq 10^4$	$N > 10^5$		
Поверхность и объемы неразличимы	Соотношение поверхность/ объем $\approx 1$		Соотношение поверхность/ объем $< 1$	Соотношение поверх- ность/объем $\ll 1$		
<i>б</i>						
Химия	Наночастицы				Физика твердого тела	
Атом	$N = 10$	$N = 10^2$	$N = 10^3$	$N = 10^4$	$N = 10^6$	Комплексное вещество
<i>в</i>						
Сверхмалые кластеры		Малые кластеры			Большие кластеры	
$2 < N < 20$		$20 < N \leq 500$			$500 < N \leq 10^7$	
$2R \leq 1,1 \text{ нм}$		$1,1 \text{ нм} \leq 2R \leq 3,3 \text{ нм}$			$3,3 \text{ нм} \leq 2R \leq 100$	
Поверхностный и внутренний объемы неразделимы		$0,9 \geq N_s/N_b \geq 0,5$			$0,5 \geq N_s/N_b$	
<i>г</i>						
Химия атомов	Нанохимия					Химия твердого тела
	Число атомов в частице					
Единичные атомы	10	$10^2$	$10^3$	$10^4$	$10^6$	Компактное вещество
диаметр частицы, нм	1	2	3	5	7	10 > 100



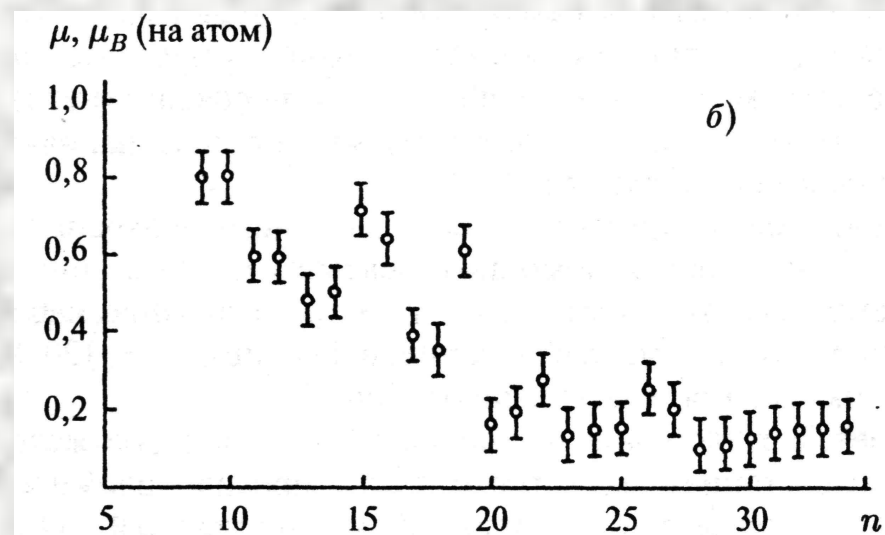
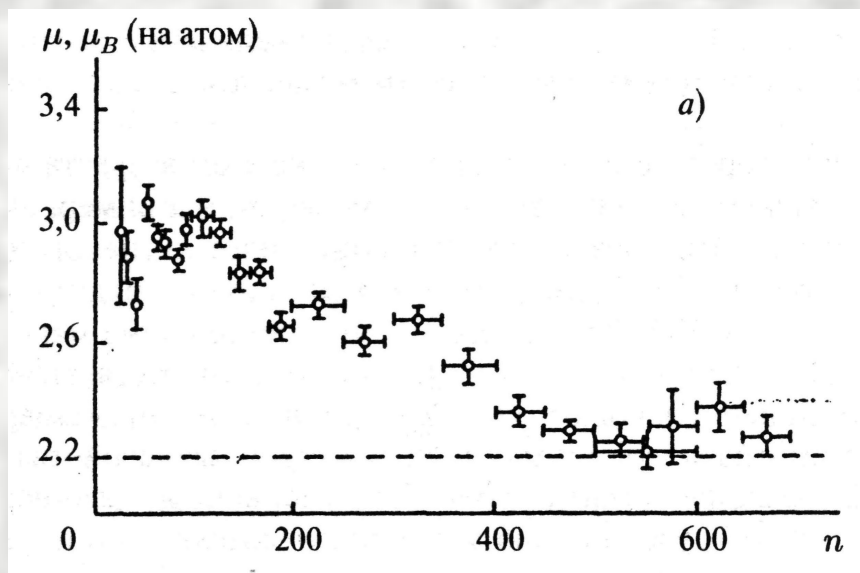
*Зависимость температуры плавления золота от размера частиц:  
 точки — экспериментальные данные; сплошная линия рассчитана по уравнению (1) при  $a = 1,6$ ,  $h = 0,204$  нм*



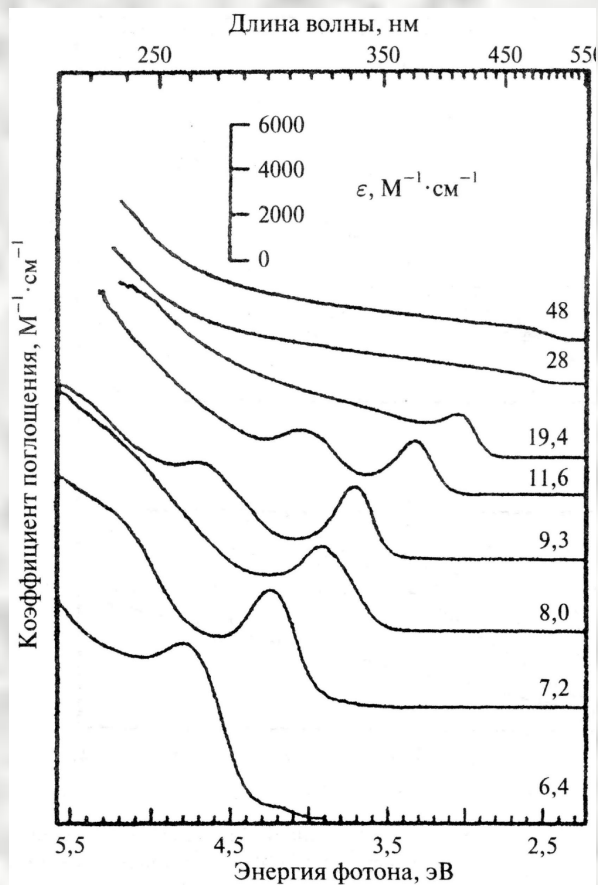
*Энергии ионизации кластеров  $Al_n$ , полученные после фотоионизации. Пунктирная линия — расчет для классической металлической сферы*



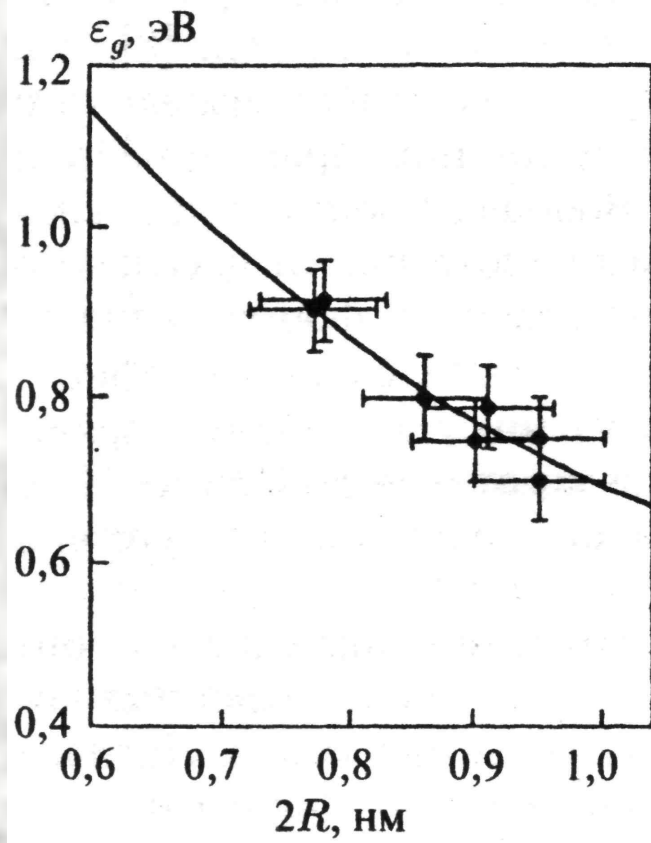
*Энергии ионизации для  $Fe_n$  и  $Co_n$  при  $n = 1-100$ ;  
пунктирная линия соответствует работе выхода электрона массивного материала,  
сплошная линия — результаты расчета  
согласно капельной модели*



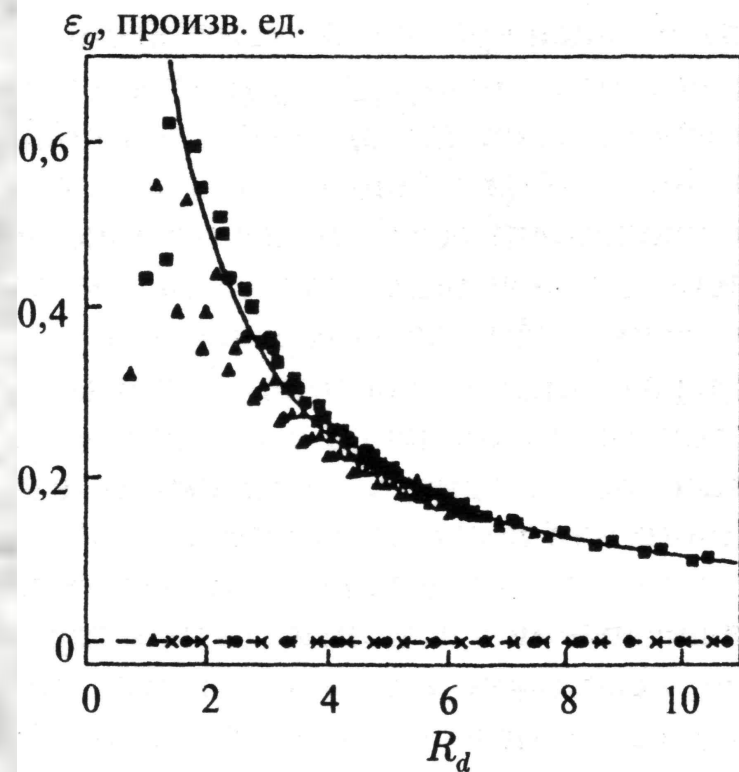
*Магнитные моменты (в расчете на один атом) для кластеров  $Fe_n$  и  $Rh_n$  различного размера. Штриховая линия соответствует магнитному моменту  $\mu = 2,2\mu_B$  для массивного  $Fe$ ;  $n$  — число атомов в кластере*



*Коэффициенты поглощения  
оптического излучения для  
разного размера кластеров в  
зависимости от энергии  
фотонов*

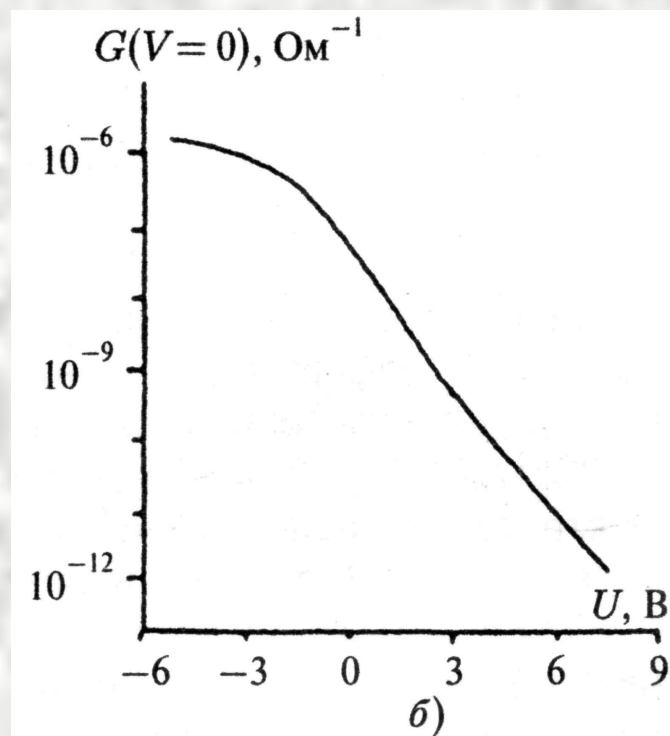
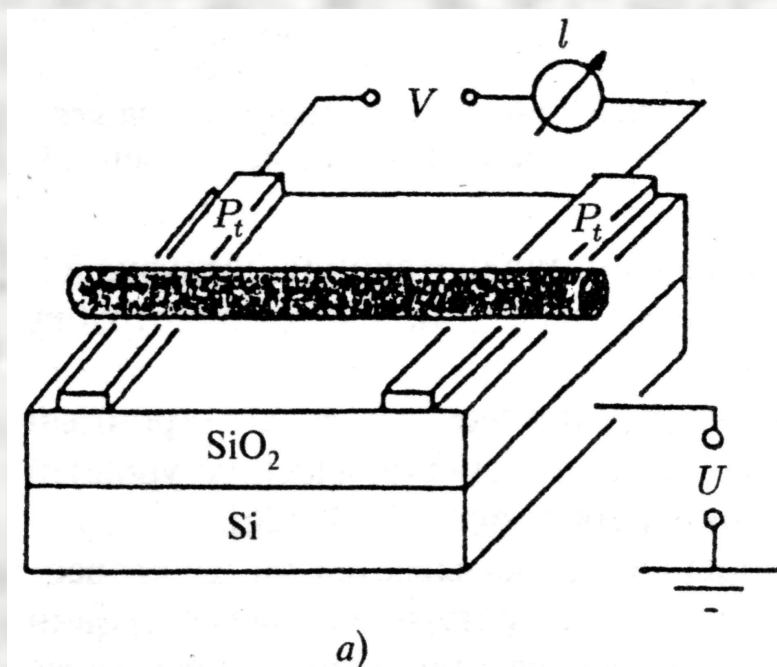


a)



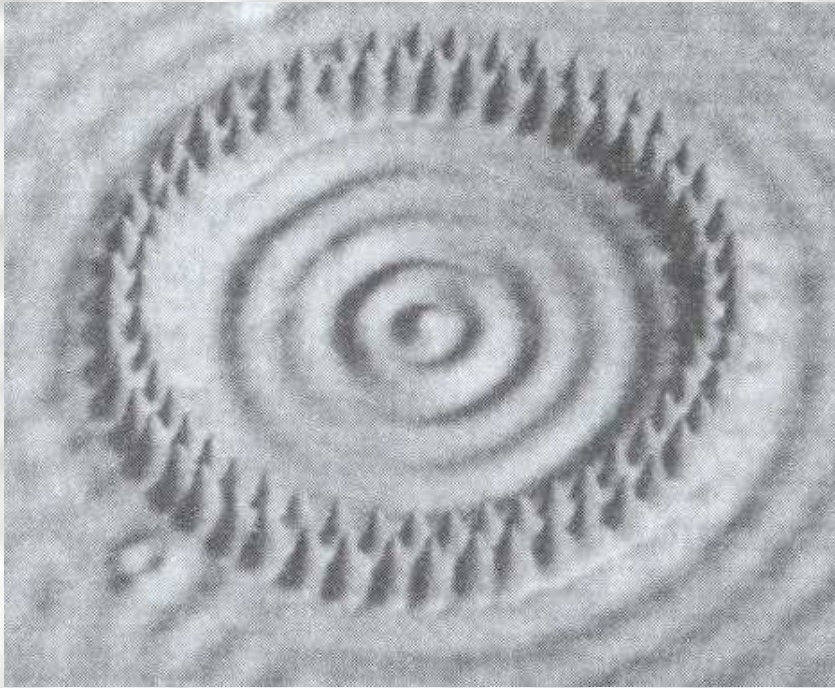
б)

*Зависимость ширины запрещенной зоны от радиуса нанотрубки, вычисленная и измеренная для нанотрубок с различными хиральностями.  $R_d == R/d_0$  — приведенный радиус нанотрубки в единицах  $d_0 = 0,143$  нм; сплошные линии —  $\epsilon_g \sim 1/R$*

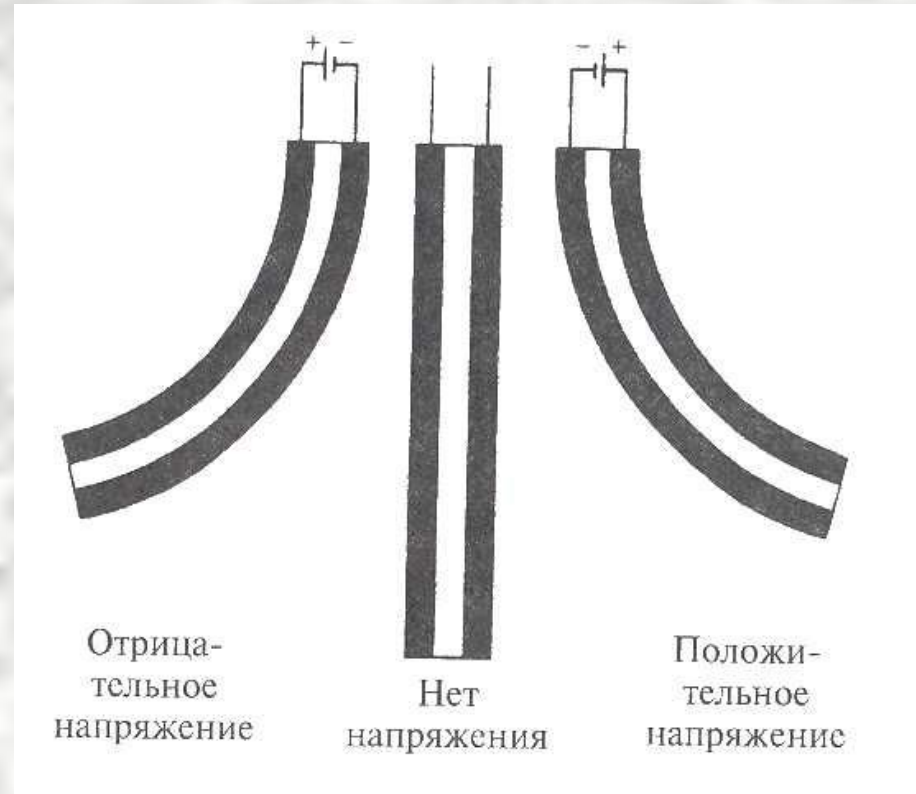


*Схема полевого транзистора на полупроводниковой нанотрубке (а); зависимость проводимости цепи от потенциала затвора (б)*

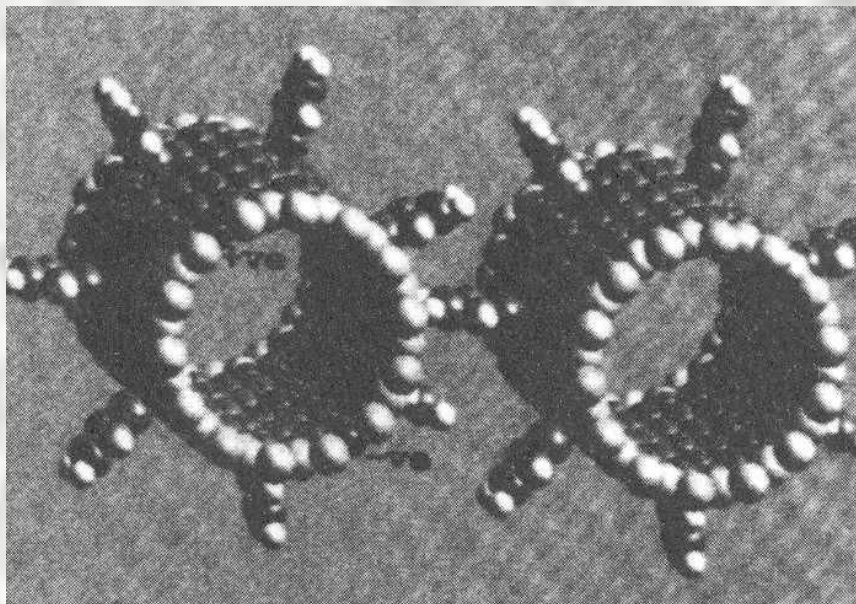




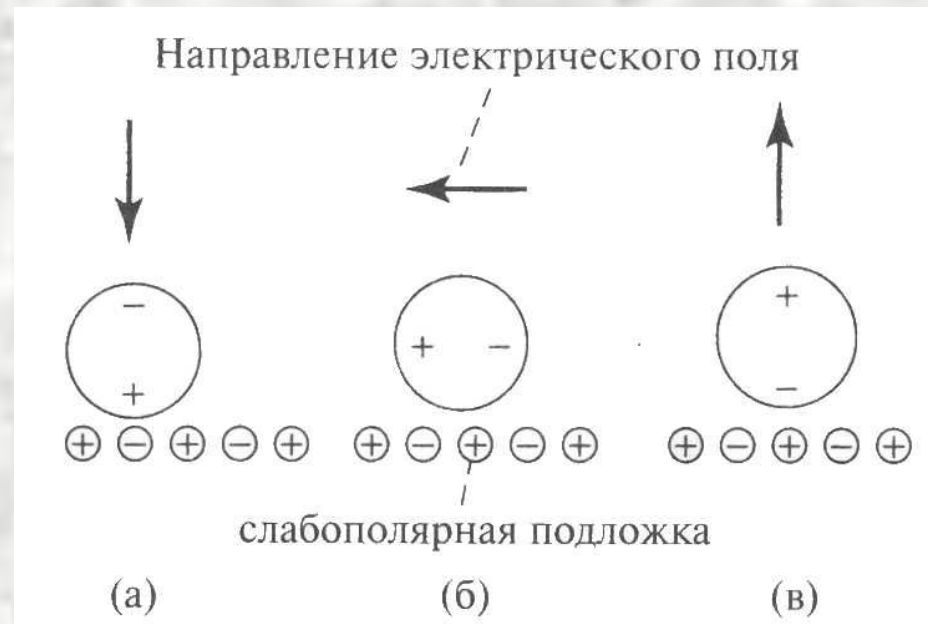
*Кольцо из атомов железа на поверхности меди, образующие «квантовый загон», собрано посредством STM-острия.*



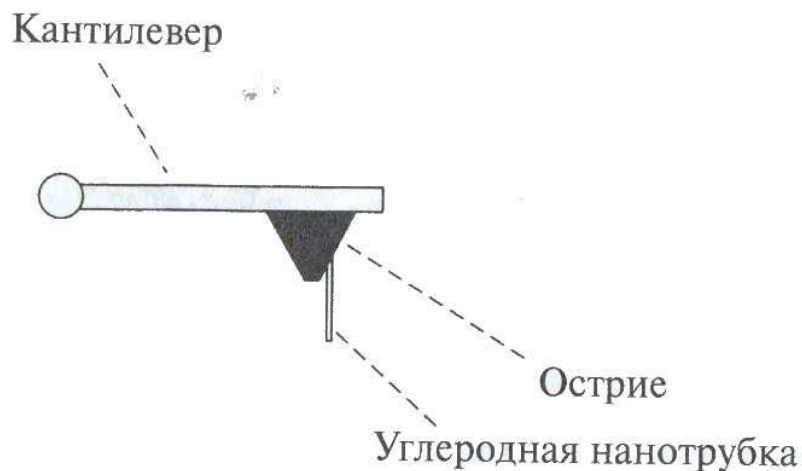
*Схема актуатора, состоящего из двух листов однослойных нанотрубок, удерживаемых вместе двусторонним скотчем.*



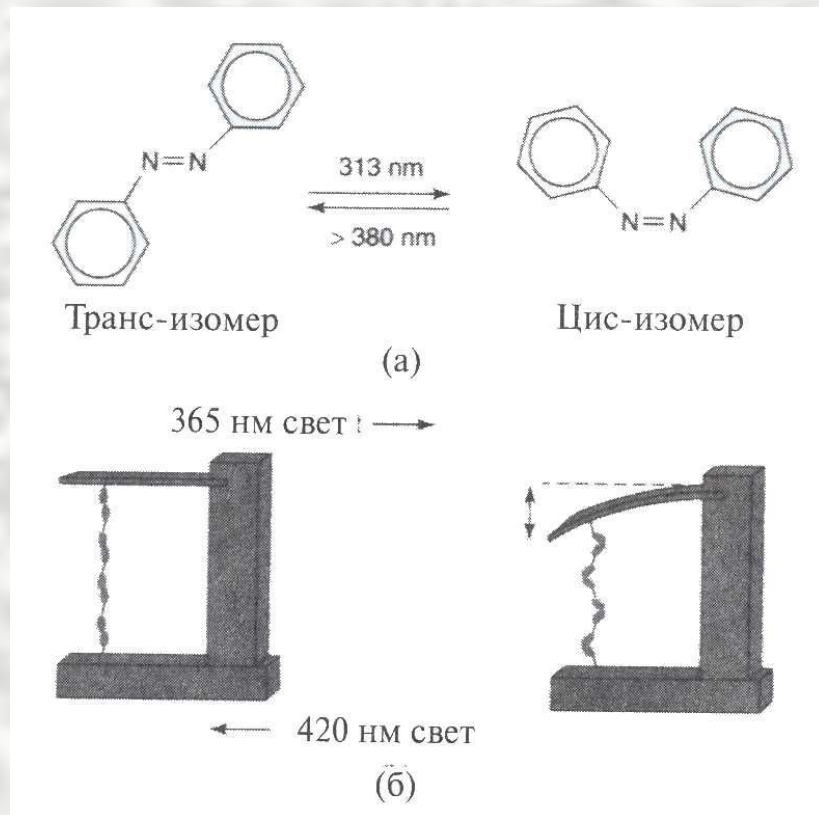
*Метод изготовления шестерёнок  
путём прикрепления молекул  
бензола к внешней стороне  
углеродных нанотрубок*



*Схема перекатывания  
адсорбированной молекулы C60 на  
поверхности кристалла со  
знакопеременными зарядами  
атомов внешним вращающимся  
электрическим полем*

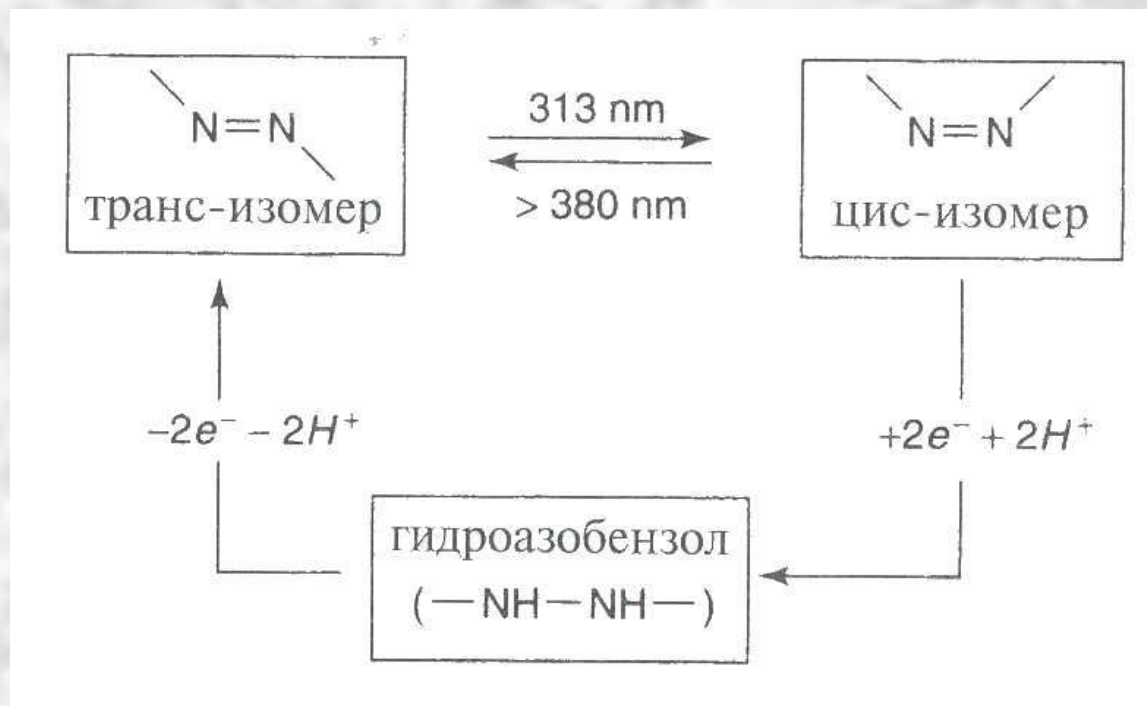


*Схема размещения однослойной углеродной нанотрубки на кантилевере атомного силового микроскопа*

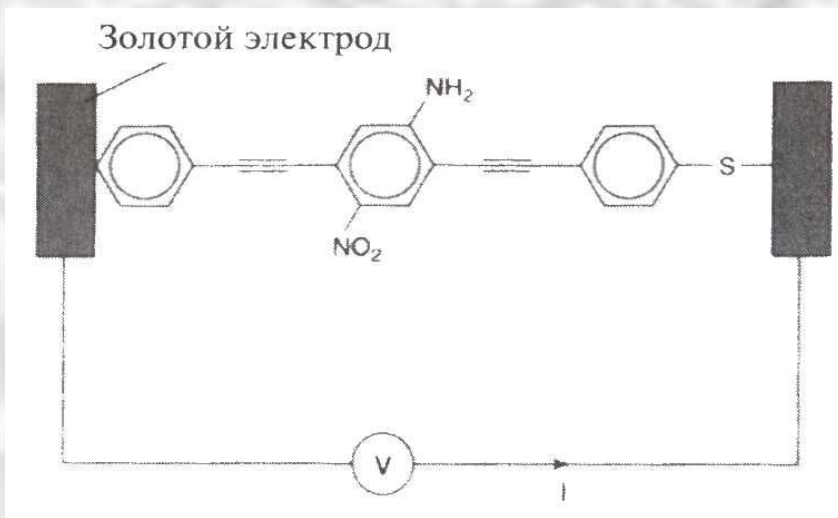


*а) индуцированная ультрафиолетовым светом цис-транс изомеризация азобензола;*

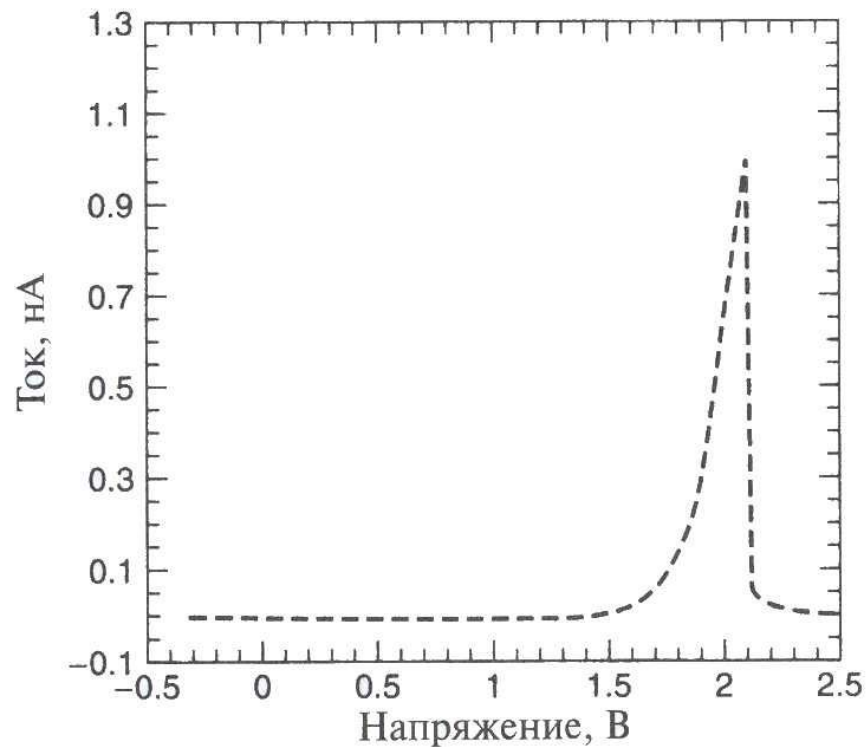
*б) молекулярная машина, основанная на индуцированных светом изомерных превращениях азобензольного полимера, который сокращается при переходе в цис-форму, вызывая изгиб кантилевера*



***Схема управления процессом переключения азобензола посредством фотоизомеризации и электрохимии, позволяющая реализовать двухрежимный переключатель***

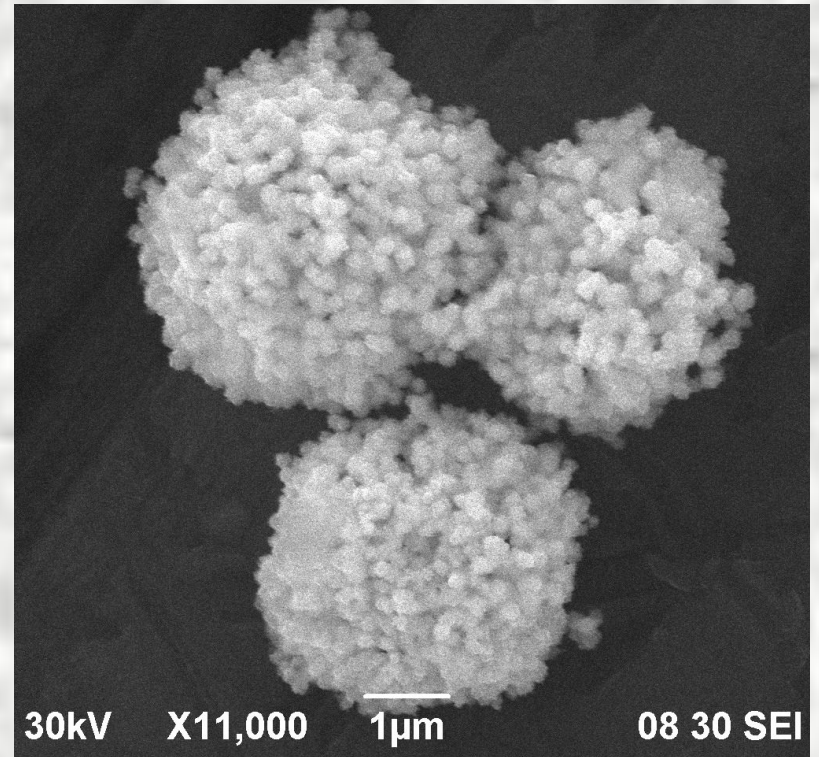
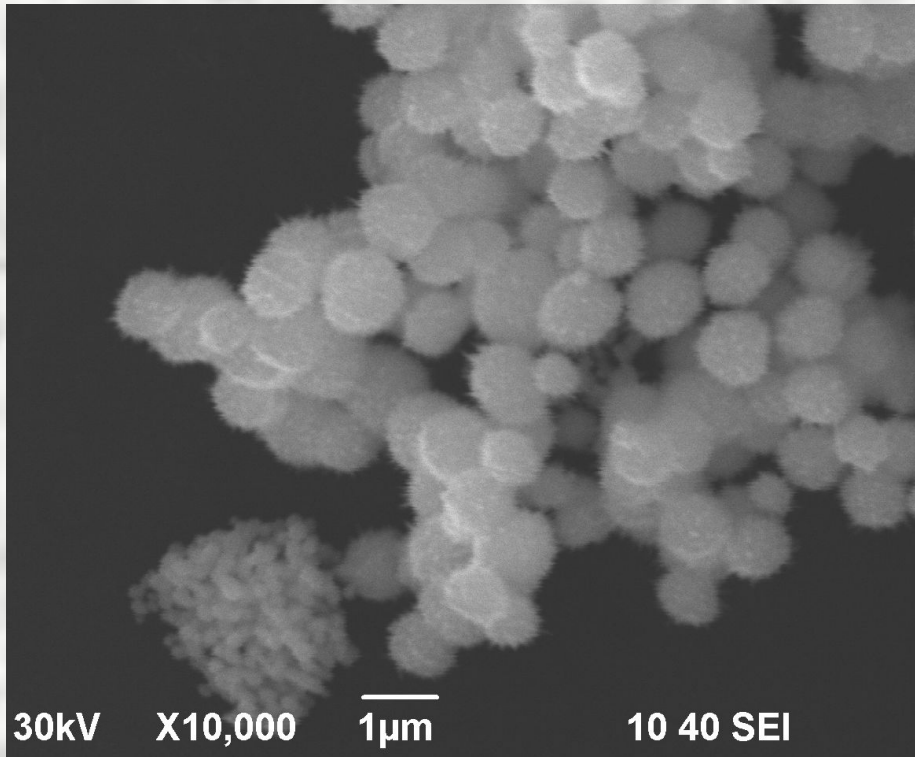


*Схема электронного переключателя, выполненного на проводящей молекуле, прикреплённой концами к золотым электродам.*

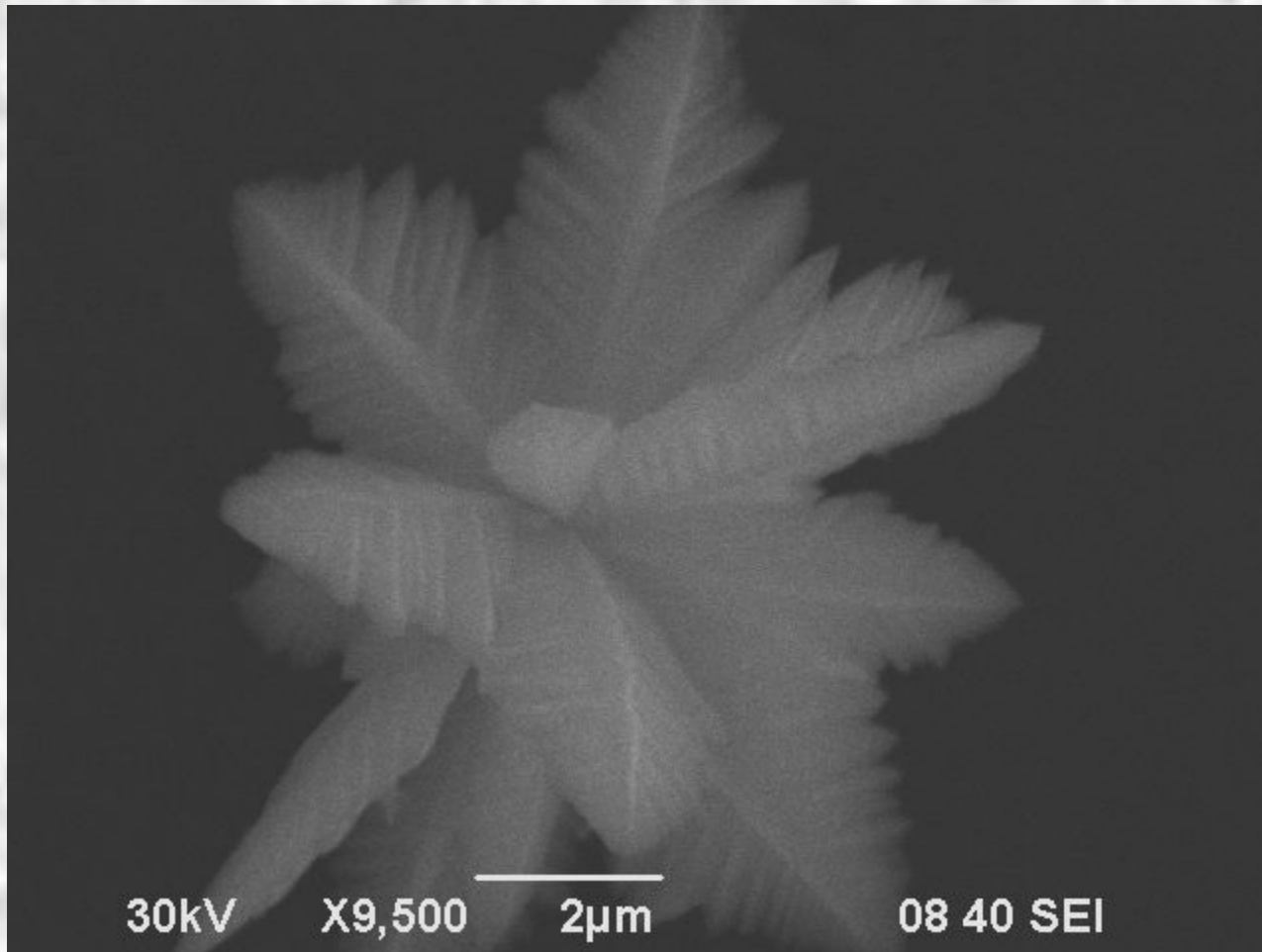


*Вольтамперные характеристики электронного переключателя*

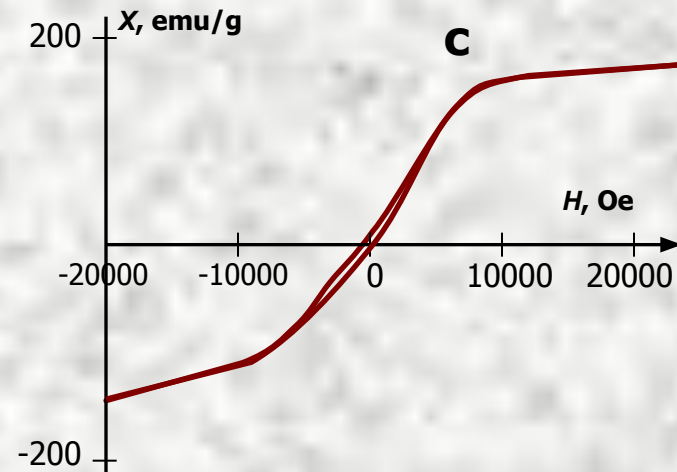
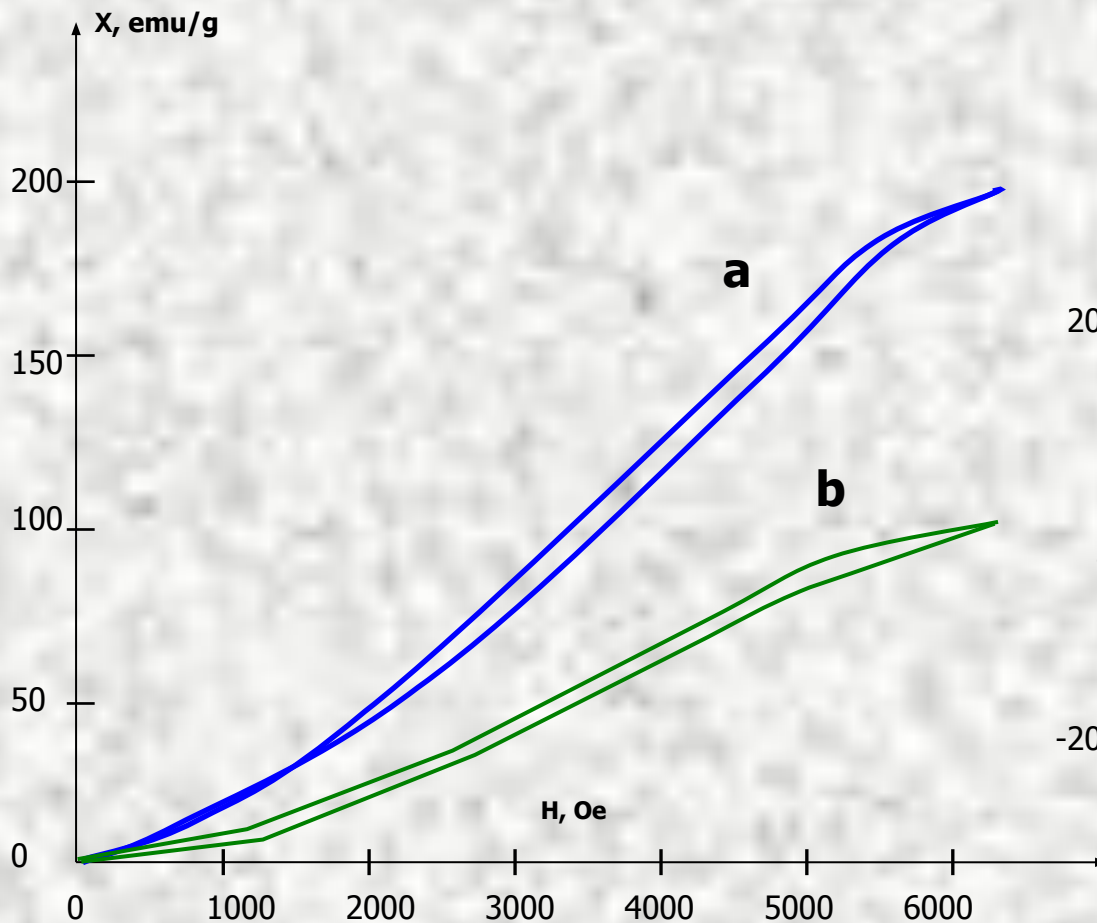
# Микрофотография наноразмерного Ni



# Микрофотография наноразмерного Co



# Магнитные кривые



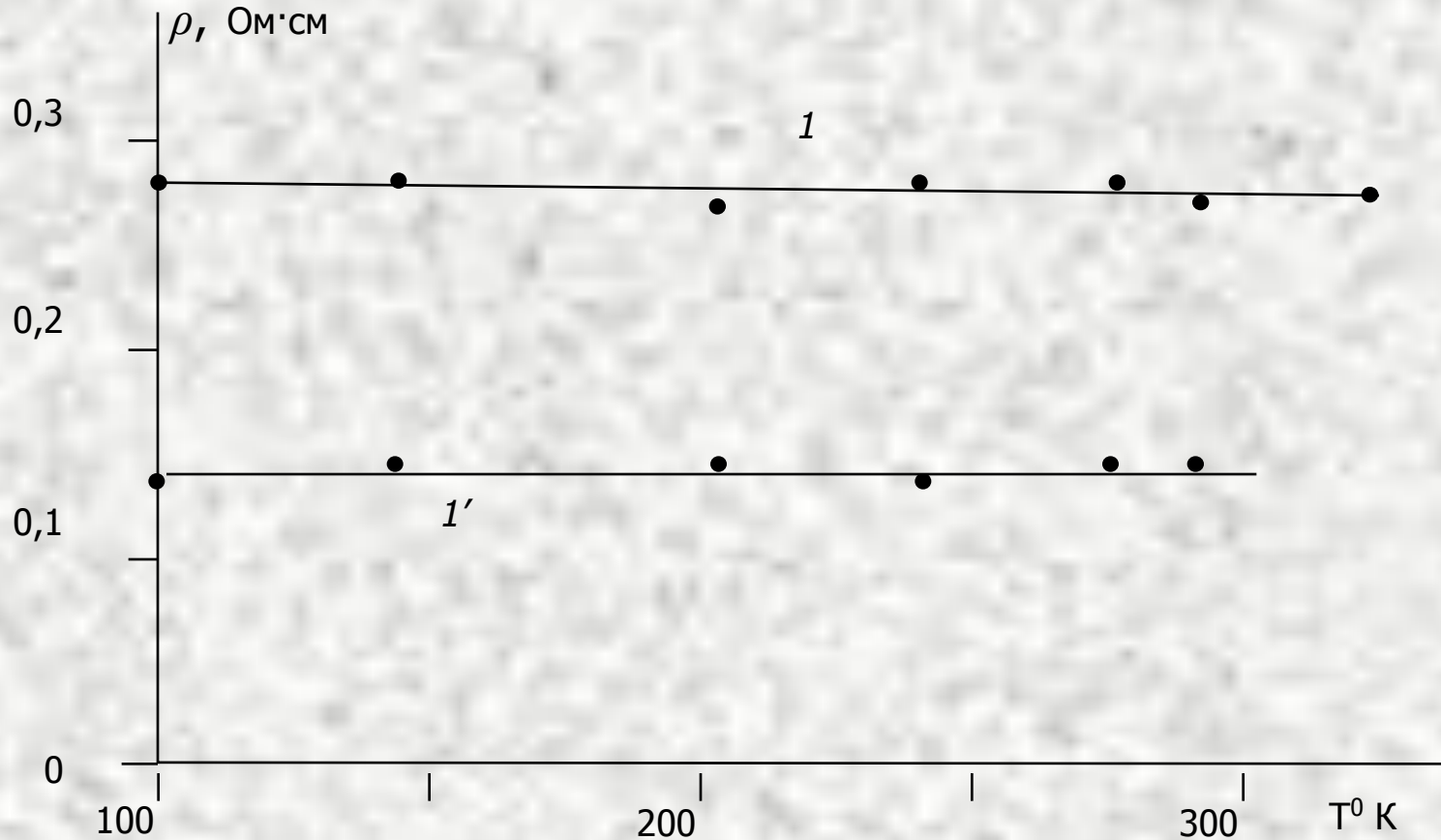
a) Образец Fe–Co (50/50);

b) Образец Co;

c) Образец Fe–Co (30/70) (The University of Texas)



# Зависимость удельного сопротивления наночастиц Ni (1) и Co(1') от температуры



***Благодарим***  
***за***  
***внимание!!!***