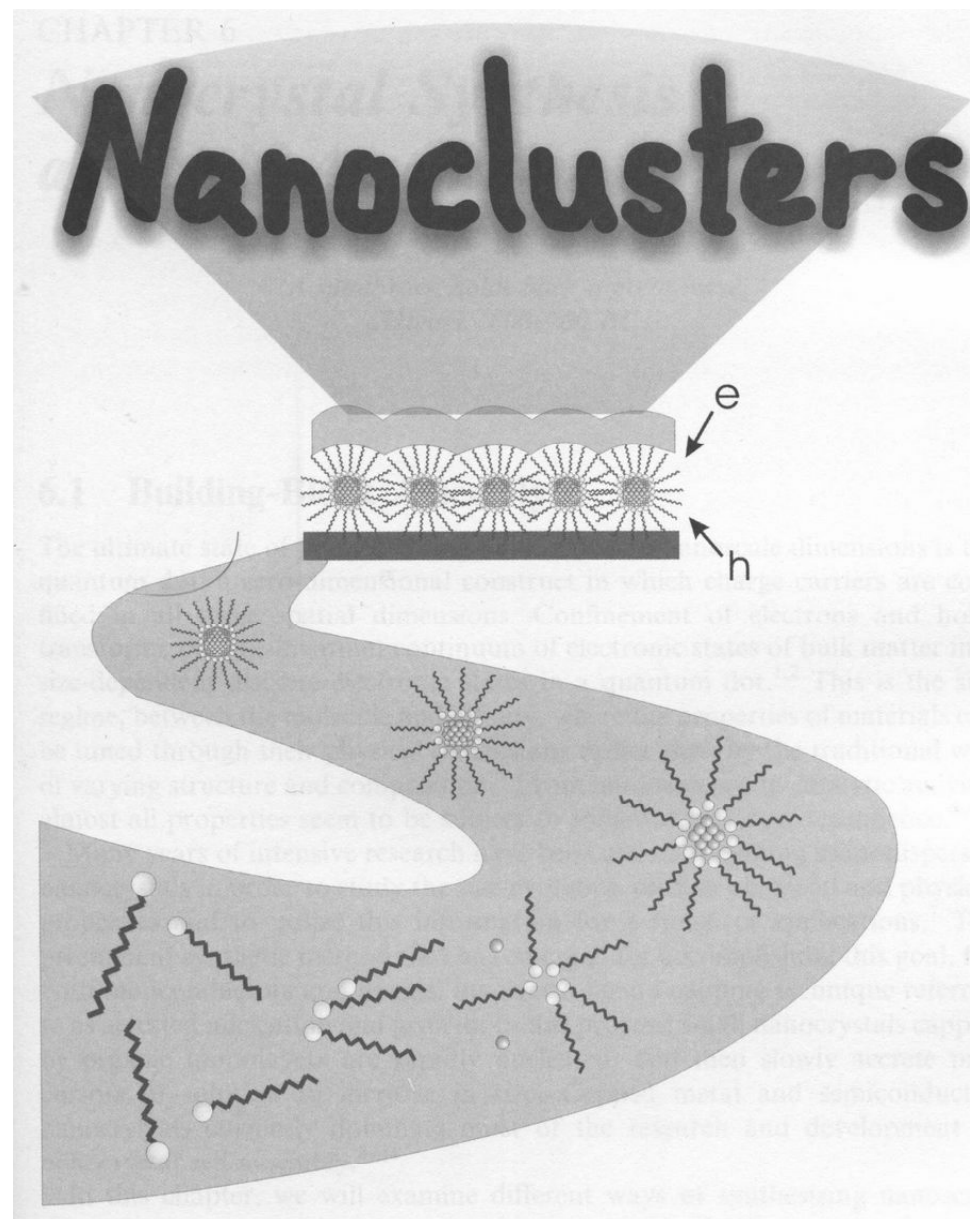


Кластеры и наночастицы

- квантовые точки и др.
- методы получения
- самосборка
- использование наночастиц

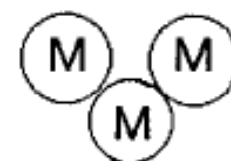
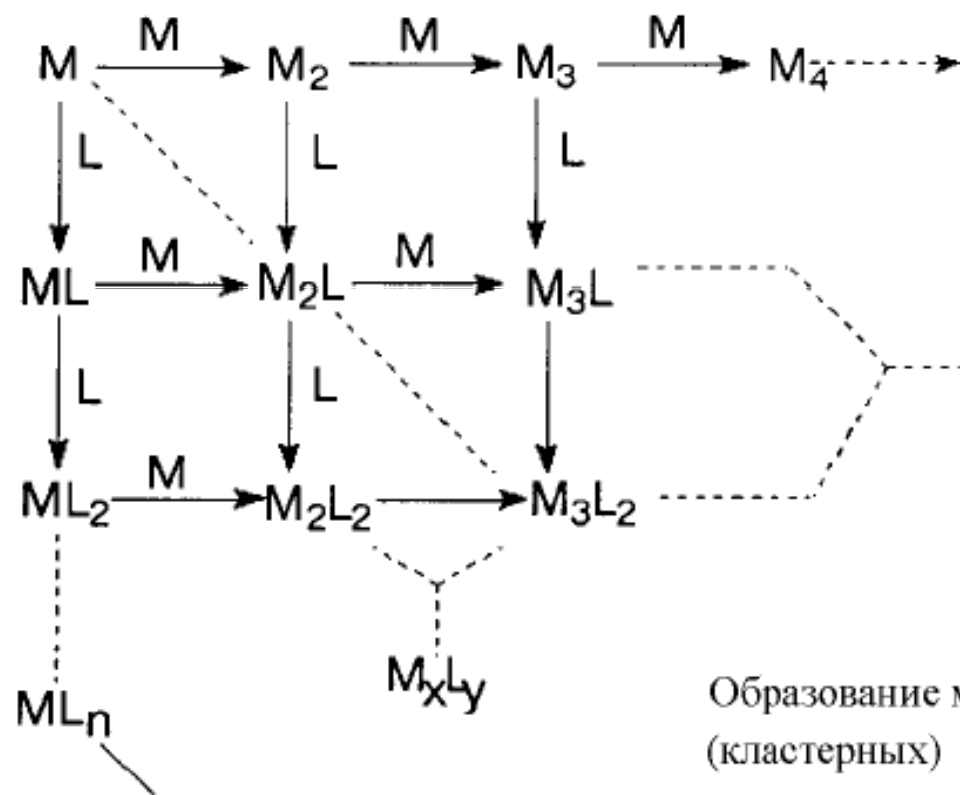


Кластер

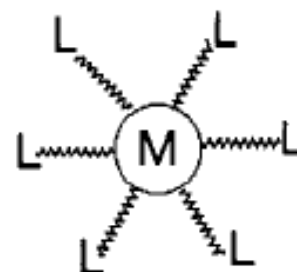
Типы металлических частиц	I	II	III	IV	V	VI	
Количество атомов, q	1	2	3-12	13-150	151-21100	$2,2 \cdot 10^4 - 5 \cdot 10^5$	$> 10^6$
Средний диаметр, d , Å	2,4-3,4	4,5-6,0	5,5-8,0	8-20	20-100	100-300	> 300
% поверхност- ных атомов	100	100	100	92-63	63-15	15-2	< 2
Количество внутренних слоев в частице	0	0	0	1-3	4-18	> 18	много
Соединения, по- лученные при взаимодействии с лигандами	ML_n	L_nM-ML_n	M_qL_n $q/n < 1$ малые	M_qL_n $q/n \approx 1$ средние	M_qL_n $q/n > 1$ большие	M_qL_n $q > n$ гигантские	$M_qL(ad)_n$ $q \gg n$
	Моноядерные соединения металлов	Биядерные соединения со связями металл-металл	Кластерные соединения металлов			Коллоидные металлы, черни	Ультрадисперсные металлические частицы

Что такое «нанокластер»?

Наночастицы через кластеры



Образование
кластеров
и наночастиц
металлов



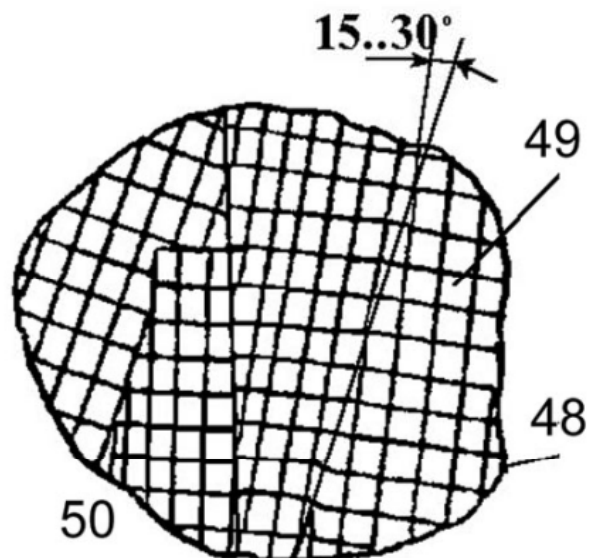
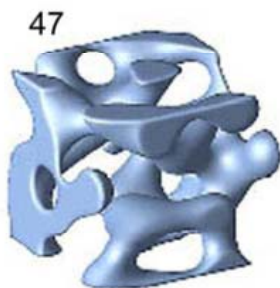
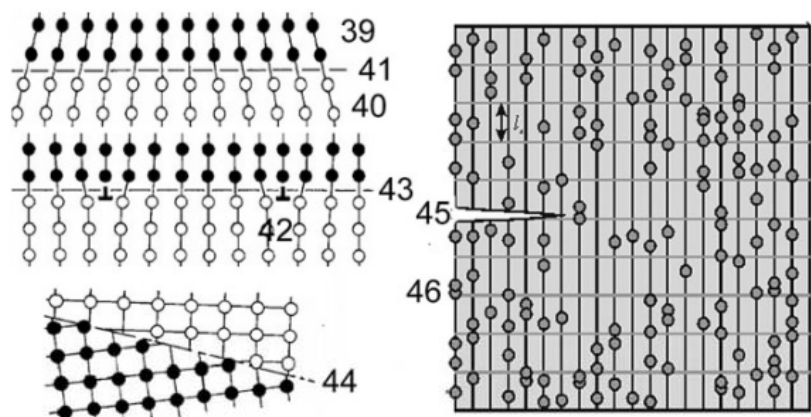
Образование
полимолекулярных
агрегатов

Образование
монолигандных комплексов

M – металл

L – лиганд

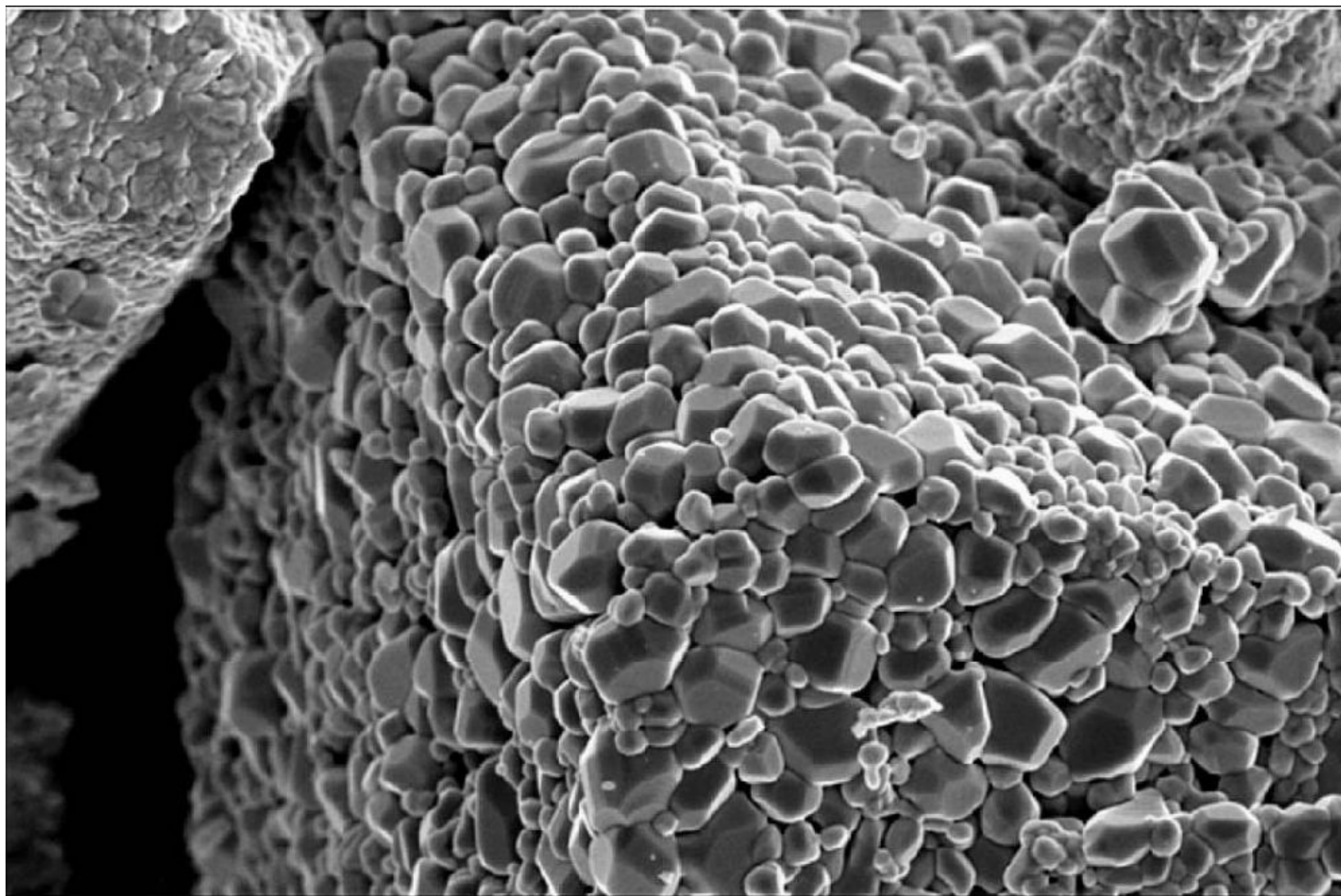
Образование металлорганических
(кластерных) соединений



Включения и мозаичная структура.

39 – 44 – строение границ раздела около включений, 39 – 41 – граница (41) когерентного включения, 39 – матрица, 40 – атомные ряды включения, 42 – дислокации несоответствия для полукogerентного включения (43), 44 – граница раздела некогерентного включения, 45-46 – включения (46) как стопор развития микротрещин (45), 47 – объемная реконструкция областей спиnodального распада (флуктуации состава), 48-50 – доменное (мозаичное) строение зерен поликристаллического материала, 48 – поверхность зерна (высокоугловая граница), 49 – блоки мозаики (области когерентного рассеяния), 50 – низкоугловые границы между блоками.

Оксид вольфрама из вольфрамата



Mag = 10.00 K X
2µm

EHT = 10.00 kV
WD = 5 mm

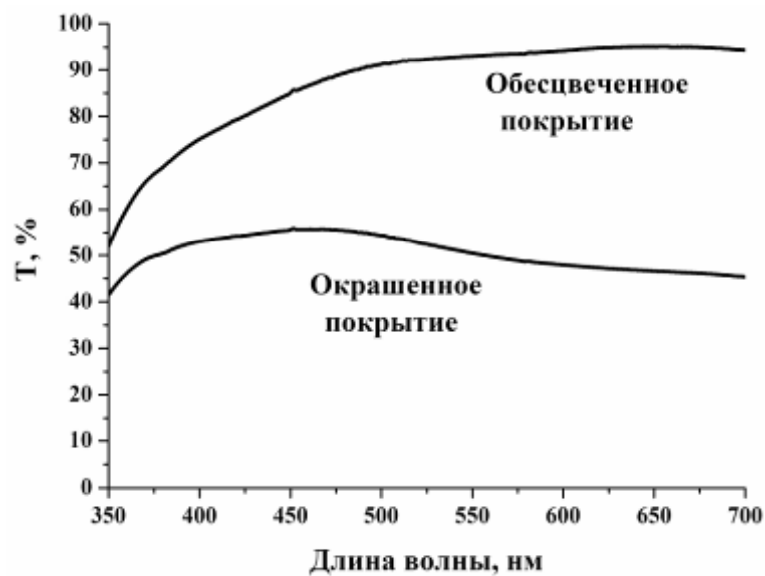
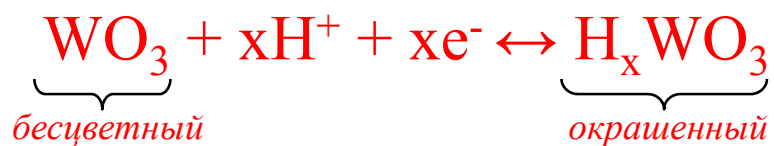
Signal A = InLens
Photo No. = 6404

Date :11 May 2006
Time :17:43:31

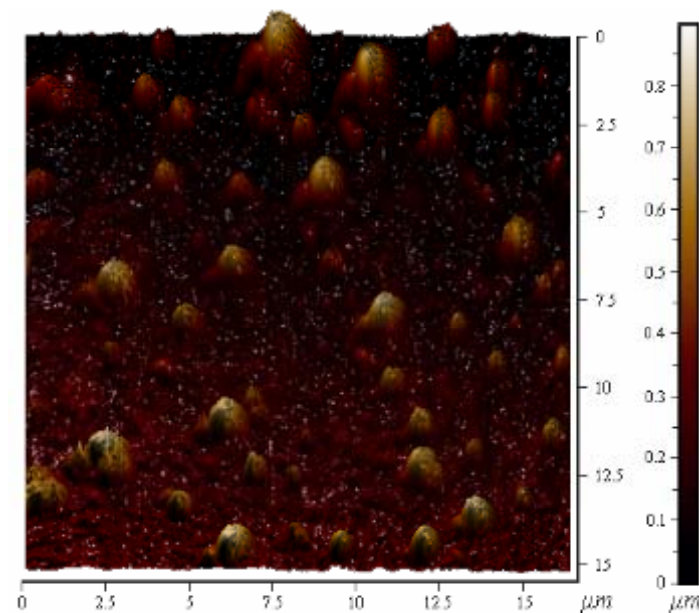
ЭЛЕКТРОХРОМНЫЕ ПОКРЫТИЯ WO₃



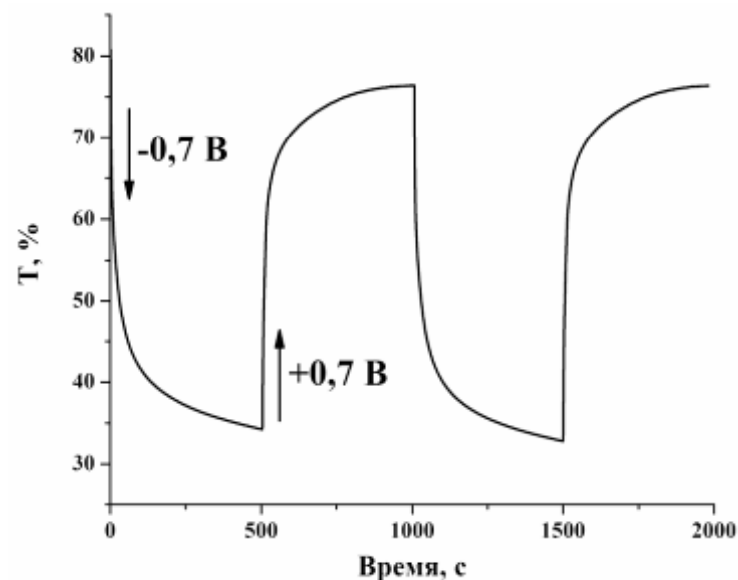
Внешний вид образцов



6

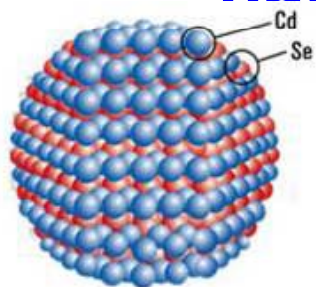


AFM изображение поверхности электрохромных покрытий WO₃

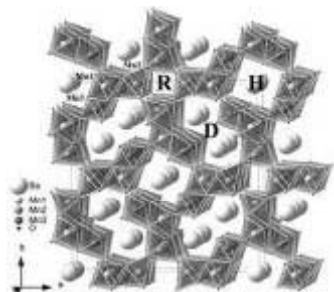
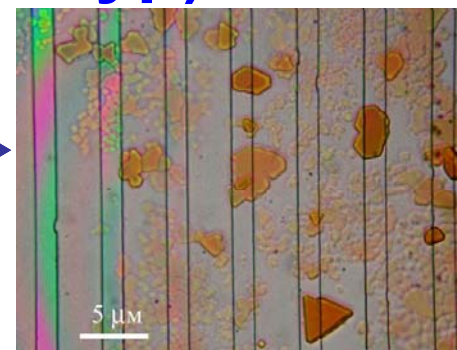
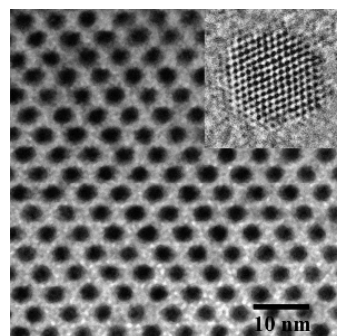
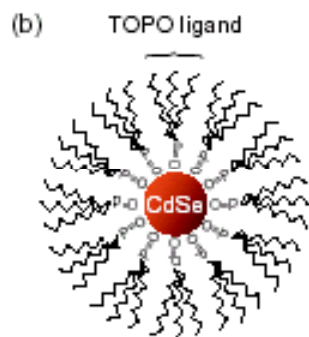


«Оптическое переключение» на длине волны 550 нм

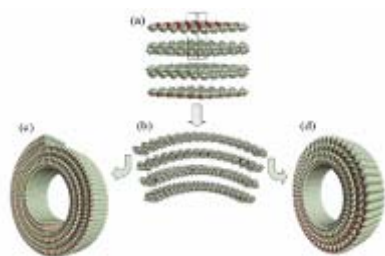
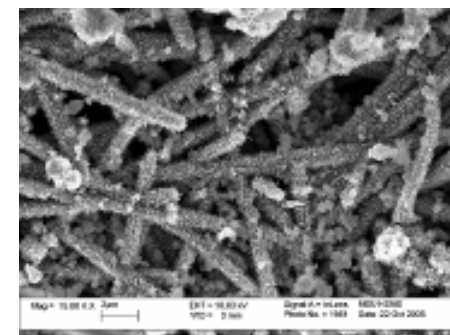
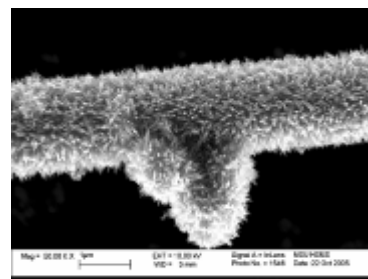
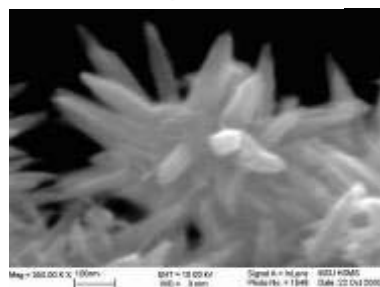
Эволюция наносистем на пути создания наноматериалов (иерархия структур)



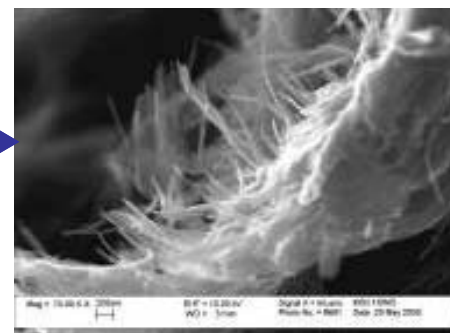
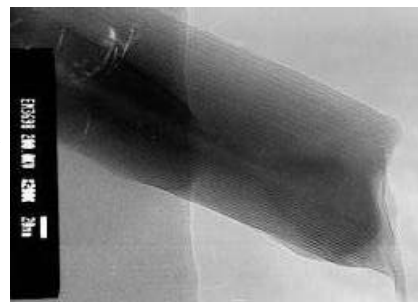
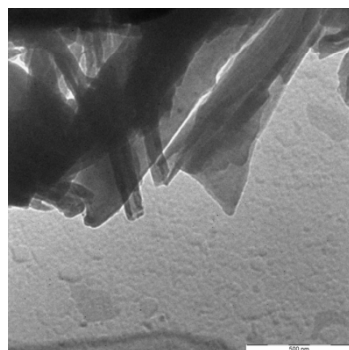
Квантовые точки



Каркасные
манганиты



Нанотрубки
 VO_x



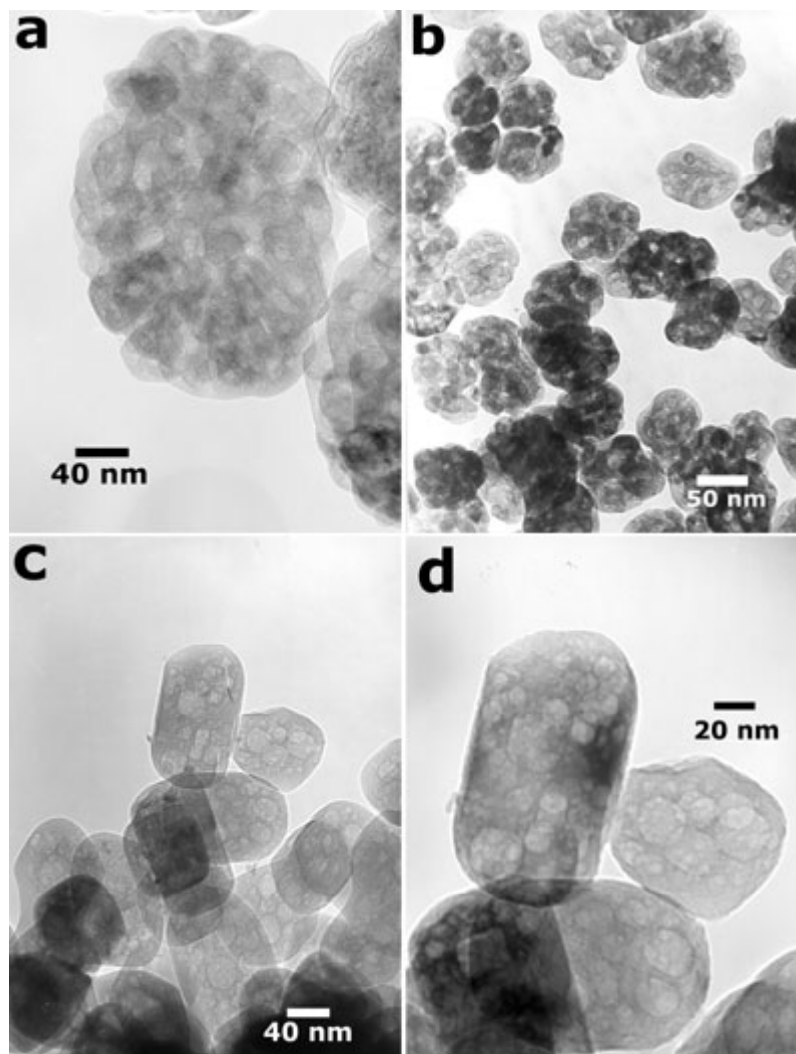
АТОМЫ, МОЛЕКУЛЫ

БЛОКИ

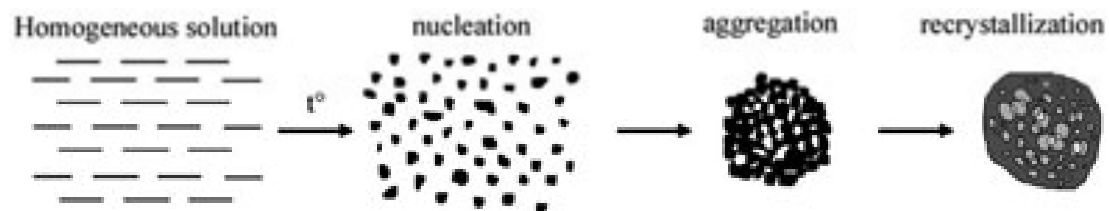
НАНОСТРУКТУРА

АССОЦИАТЫ

Гидротермальная обработка

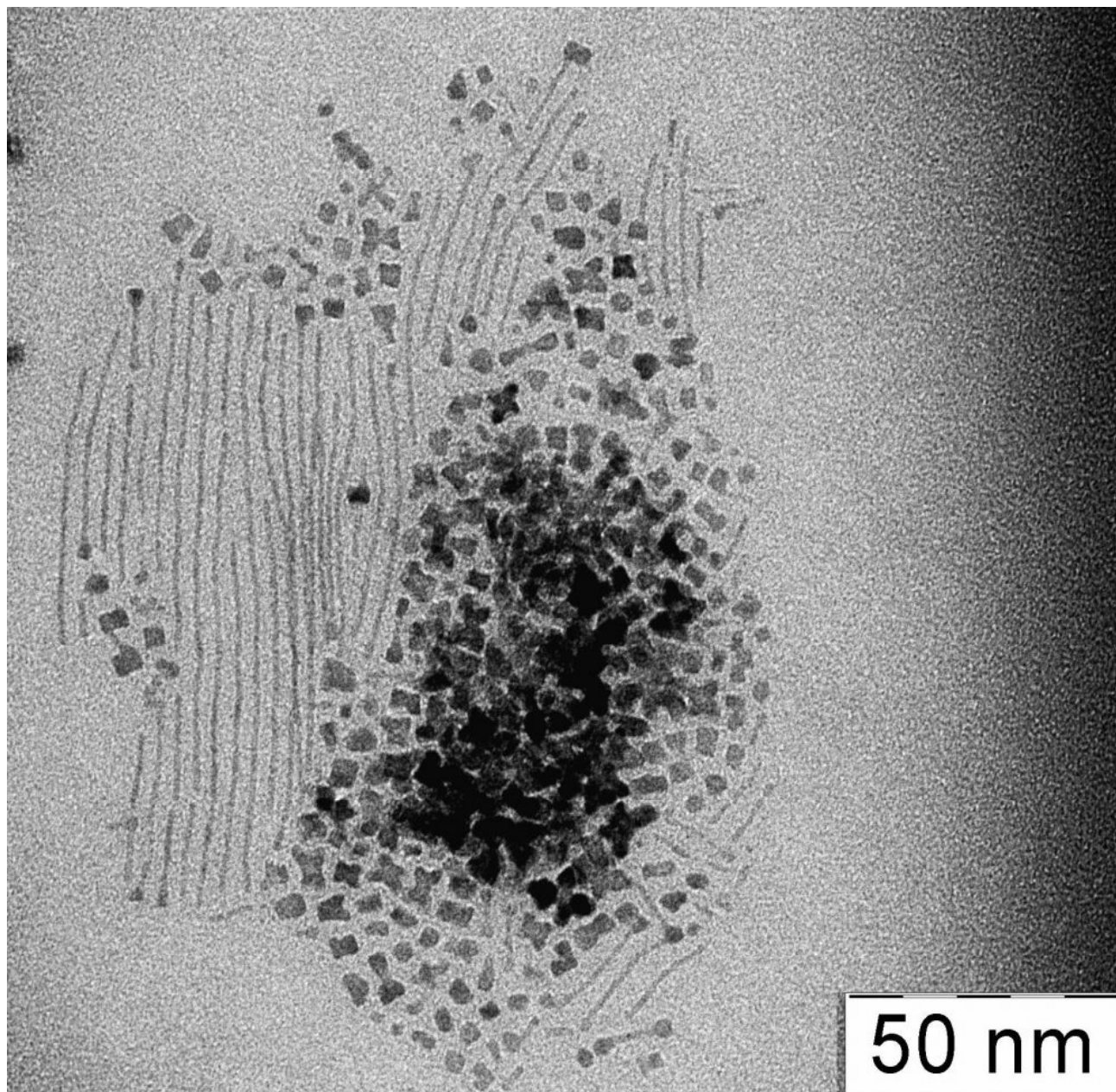


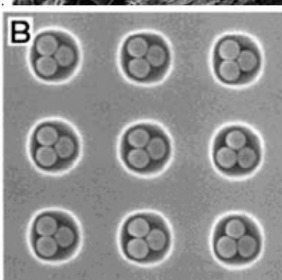
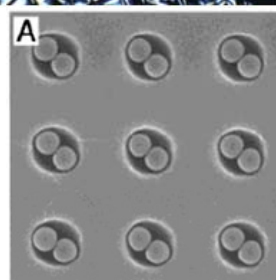
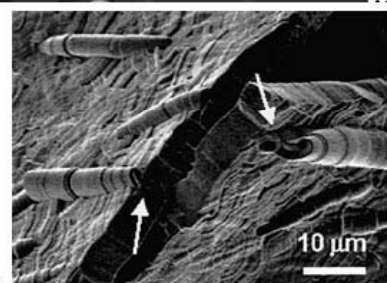
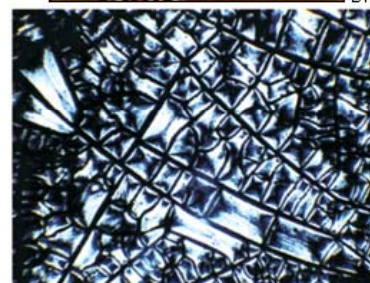
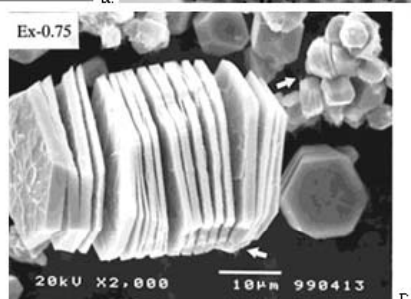
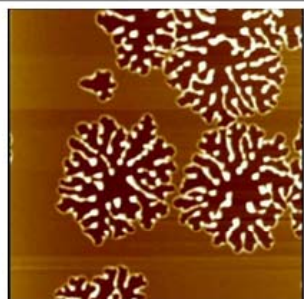
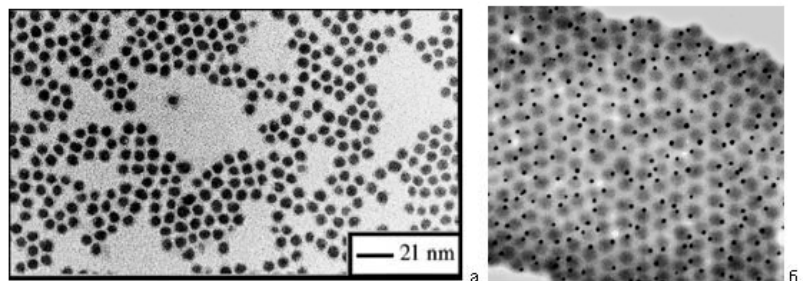
TEM microphotograph of TiO_2 particles prepared by high-temperature hydrolysis of 0.28M aqueous $\text{H}_2\text{TiO}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$ solutions: a - 250°C, 10 min; b - 250°C, 1 h; c, d - 250°C, 6 h.



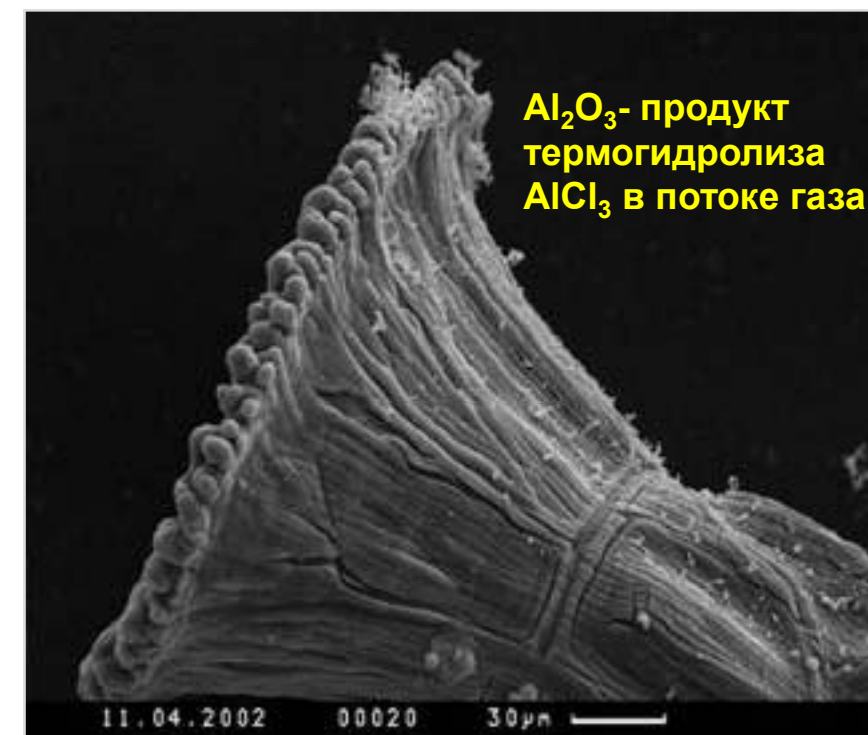
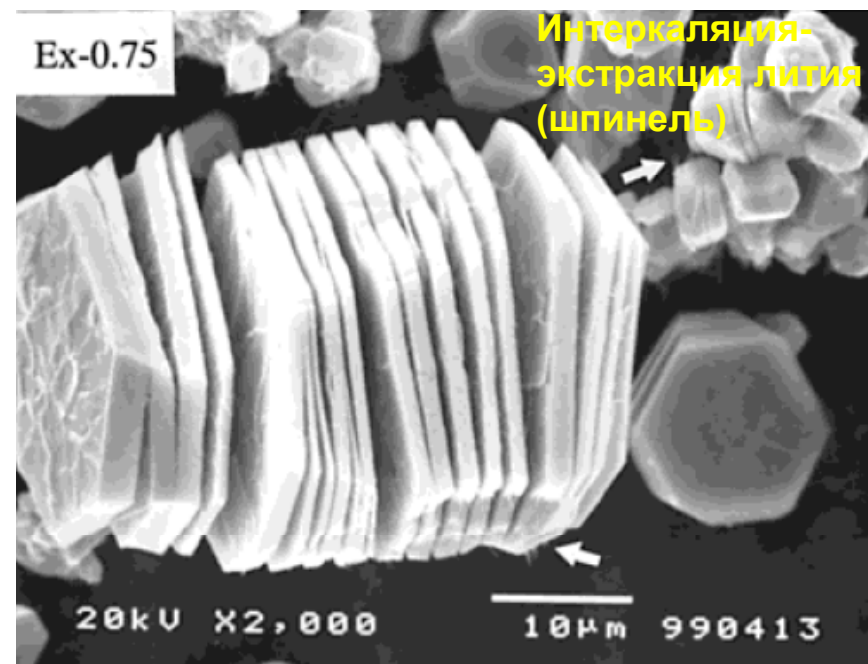
A scheme of mesoporous TiO_2 particles formation.

Диоксид церия

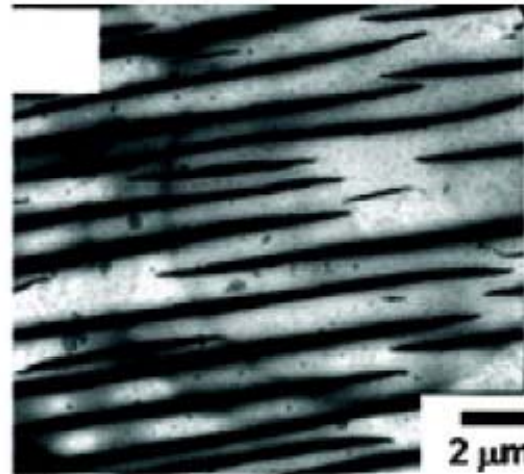
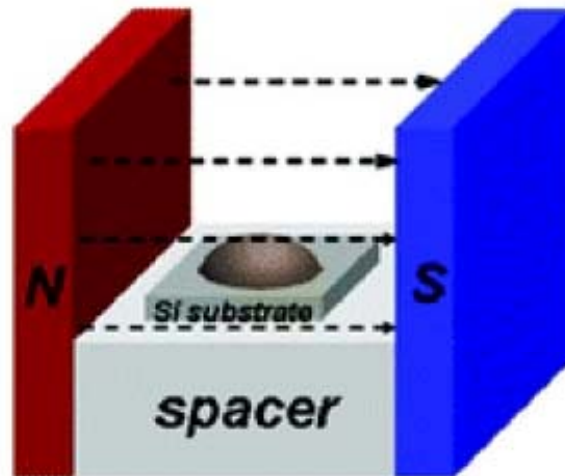
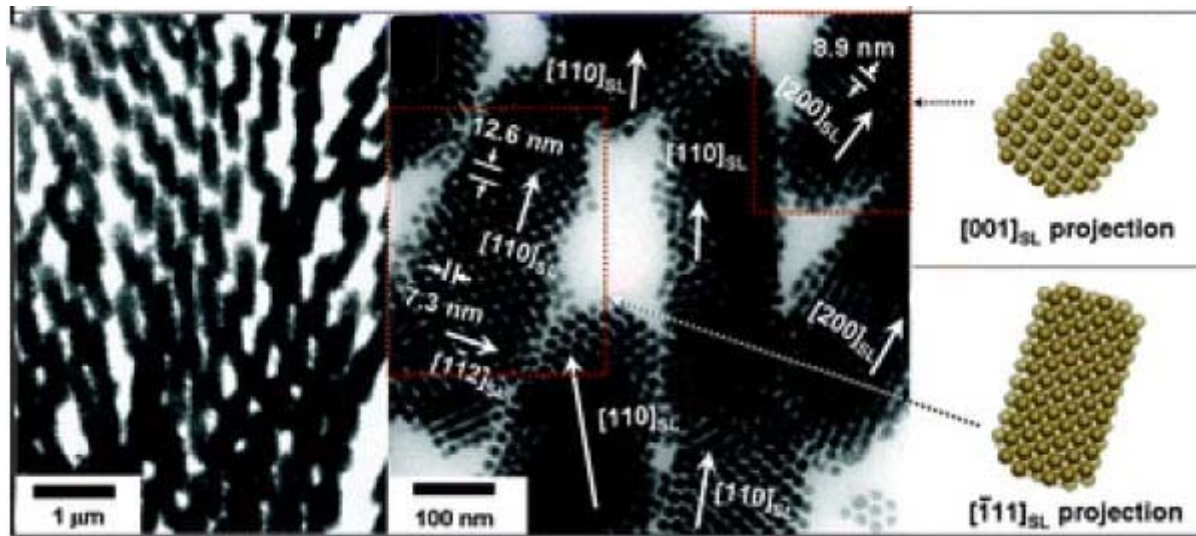




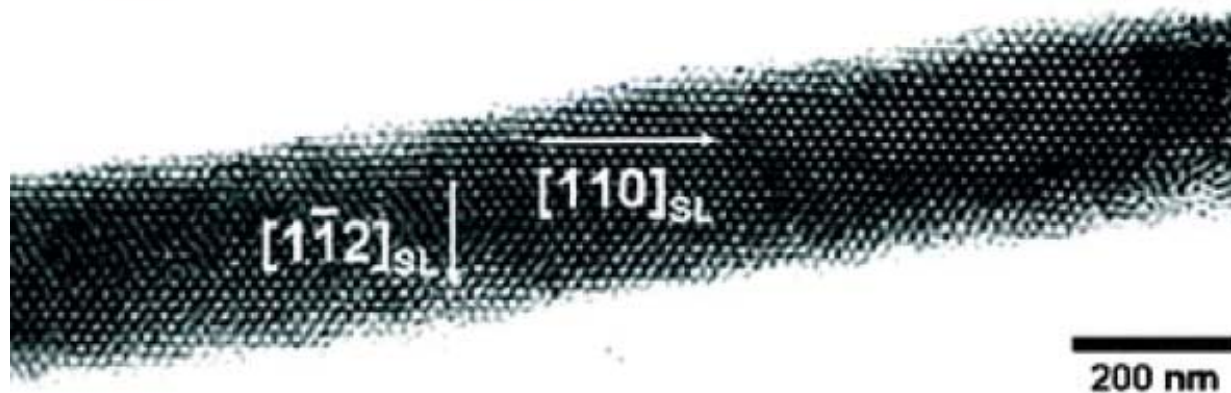
Типичные примеры «самоорганизующихся» упорядоченных структур материалов: (а). спонтанная самосборка (агрегация) гексагонально-упорядоченного монослоя наночастиц кобальта, (б.) самоупорядочивающиеся мицеллы блоксополимера стирола и винилпиридина, содержащие наночастицы золота, (в.) атомно-силовая микроскопия (20*20 мкм²) тонкой (5 нм) пленки полистирола на несмачивающейся подложке; пленка становится нестабильной и «сползает» с подложки, образуя фрактальные капли, (г.) деламинирование монокристалла Li₂MnO₃ с образованием пачки периодически расположенных пластин в результате релаксации механических напряжений при деинтеркаляции лития и изменения параметров решетки фазы, (д.) микроструктура гибридного ксерогеля O_{1.5}Si(C₆H₄)₃-SiO_{1.5}, (е.) пленка гидратированного диоксида кремния, образовавшего пленку с включениями свернувшихся в «рулон» лент на границе «подложка-вода» при pH=0, (ж.) полигональные агрегаты («димеры» и «тримеры») полимерных микросфер различного диаметра (1 и 0.8 мкм) в сферических лунках («темпштах»), полученных фотолитографией на кремниевой подложке.



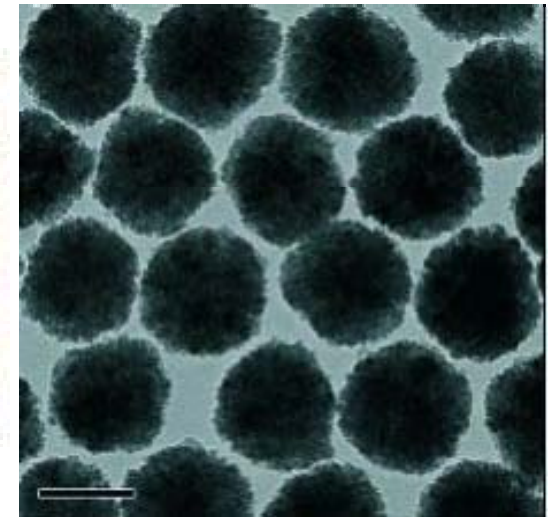
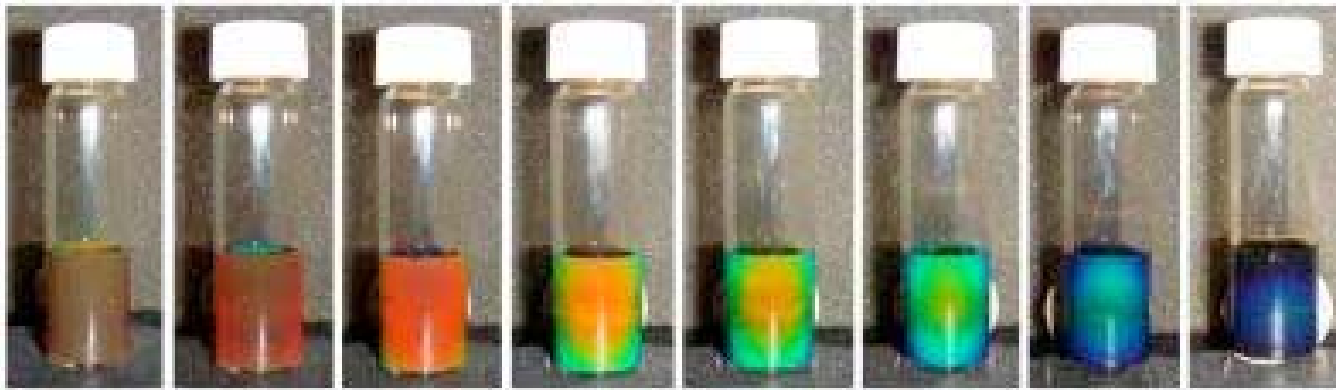
Нити из наночастиц



Использование магнитного поля

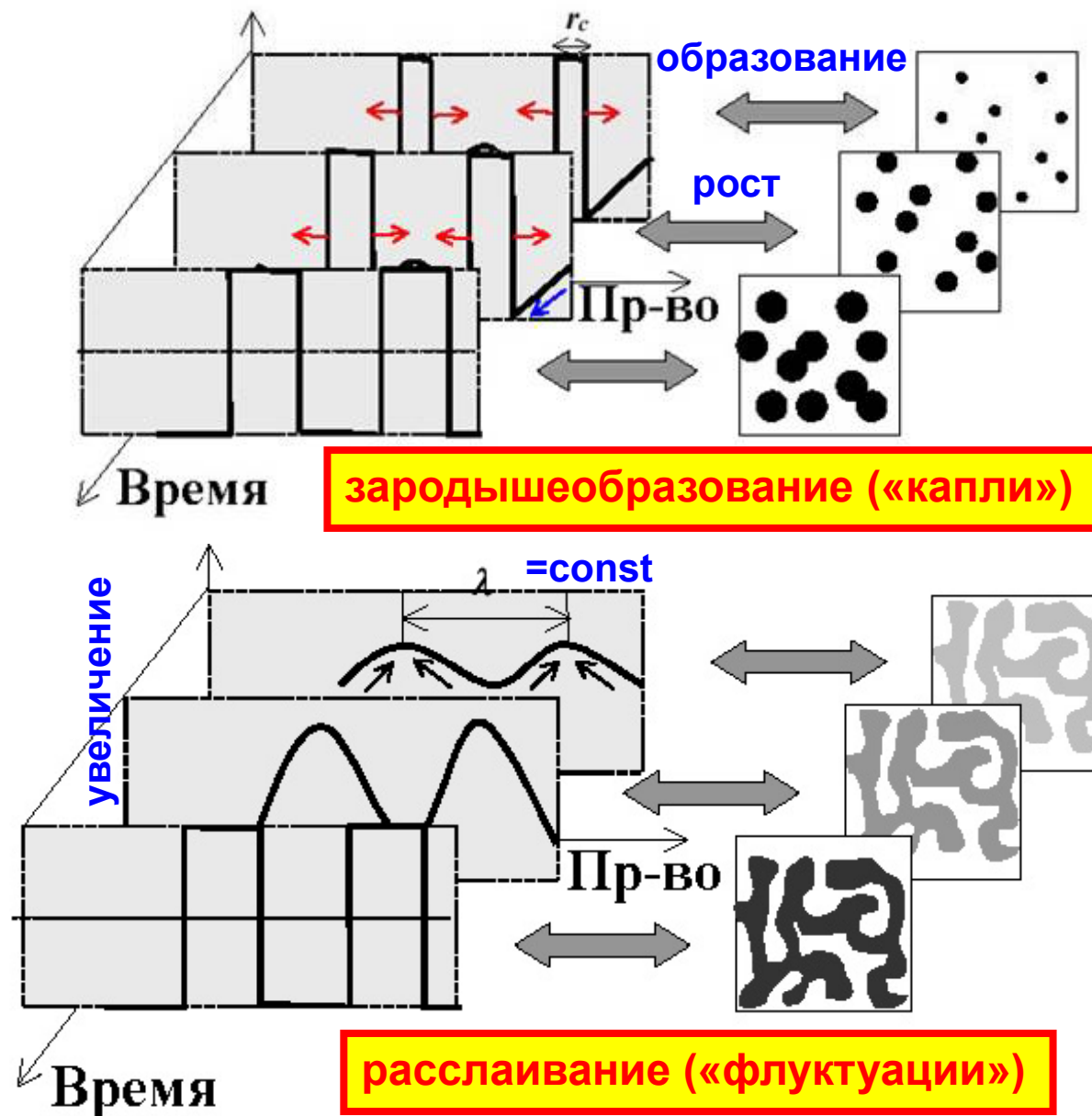


Магнитные наночастицы

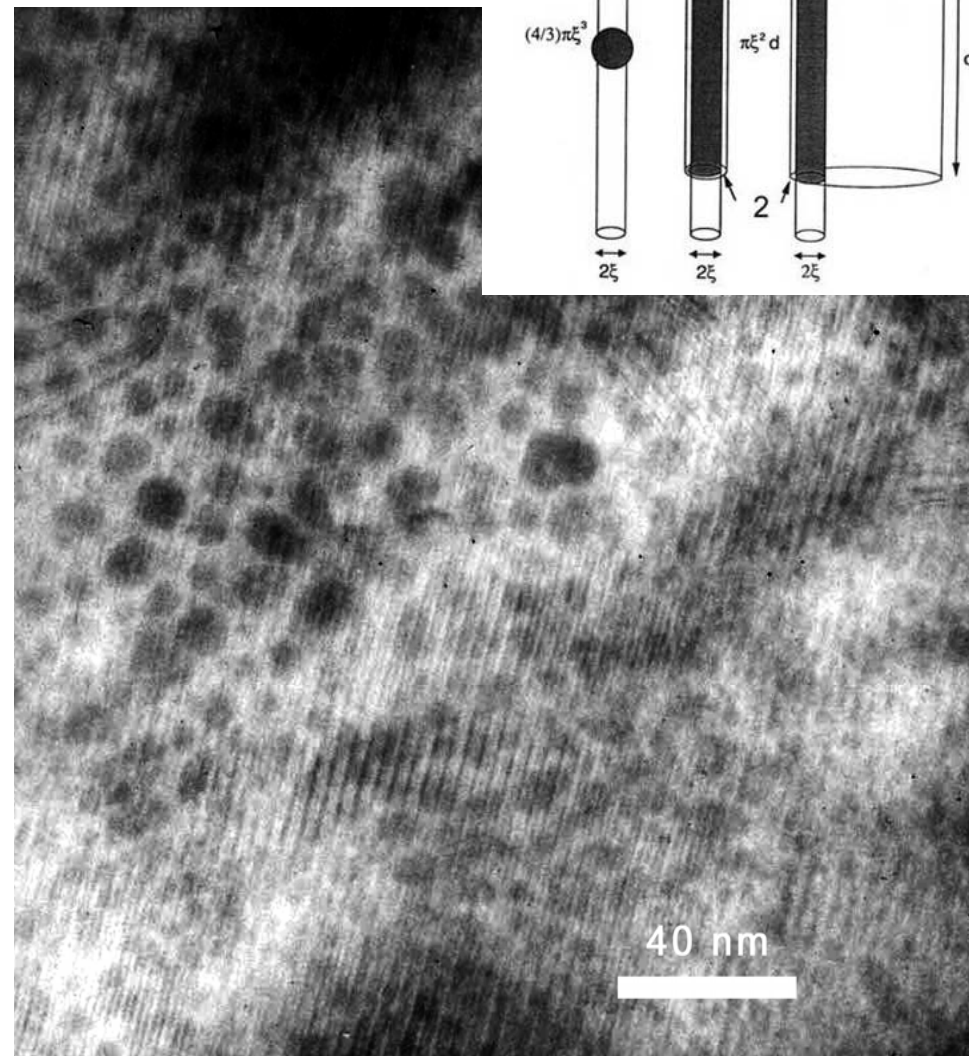
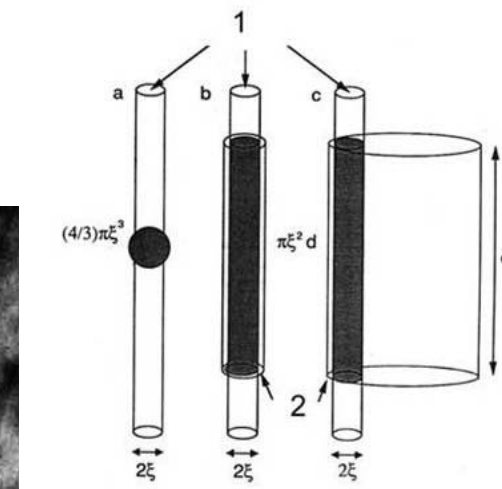
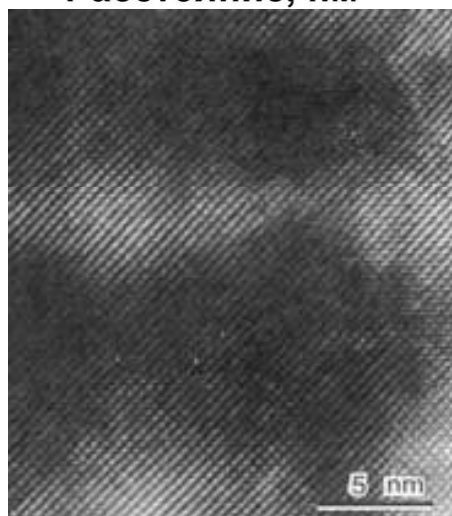
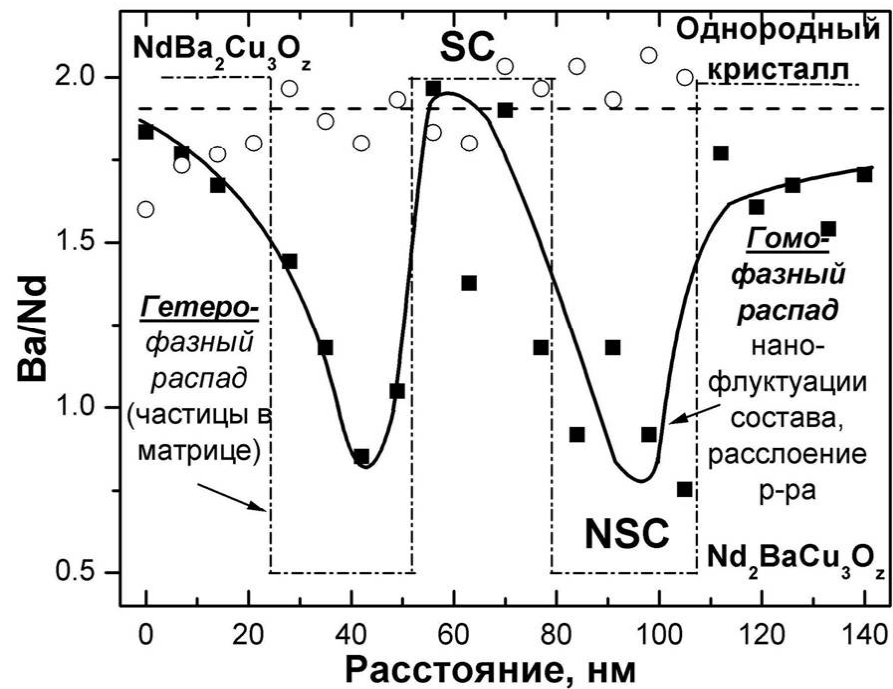


- Коллоидный раствор оксида железа в воде меняет цвет под действием внешнего магнитного поля. Величина магнитного поля увеличивается слева направо.
- Коллоидные кластеры нанокристаллов оксида железа. Шкала 100 нм

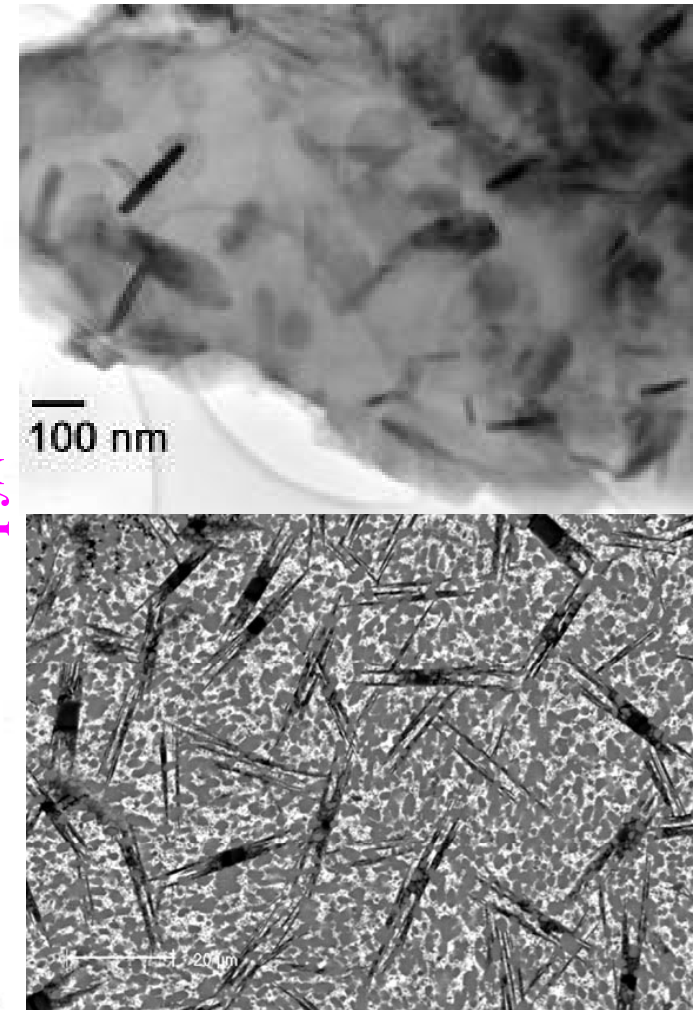
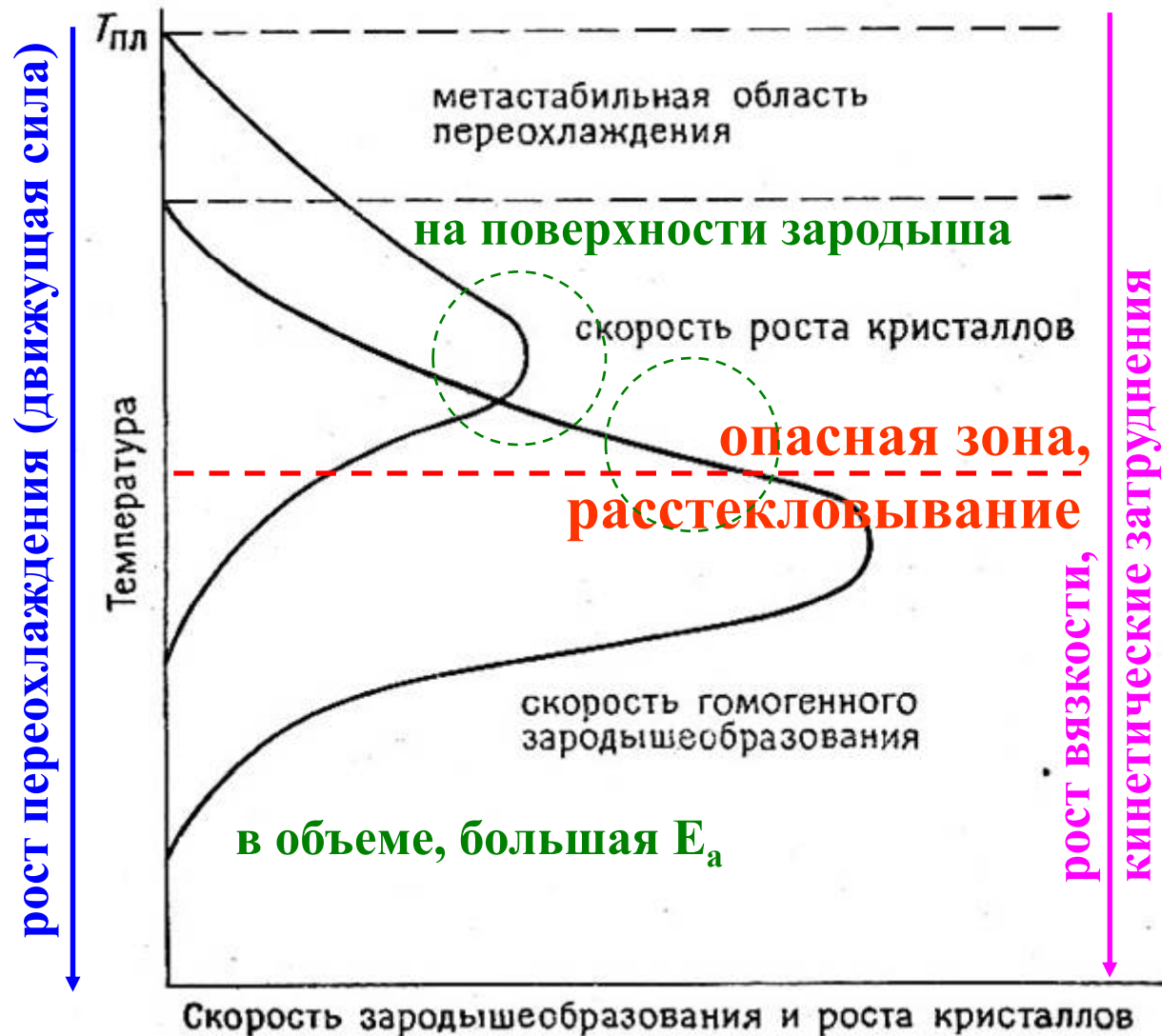
Спинодальный распад



Пиннинг



Кристаллизация в аморфной фазе

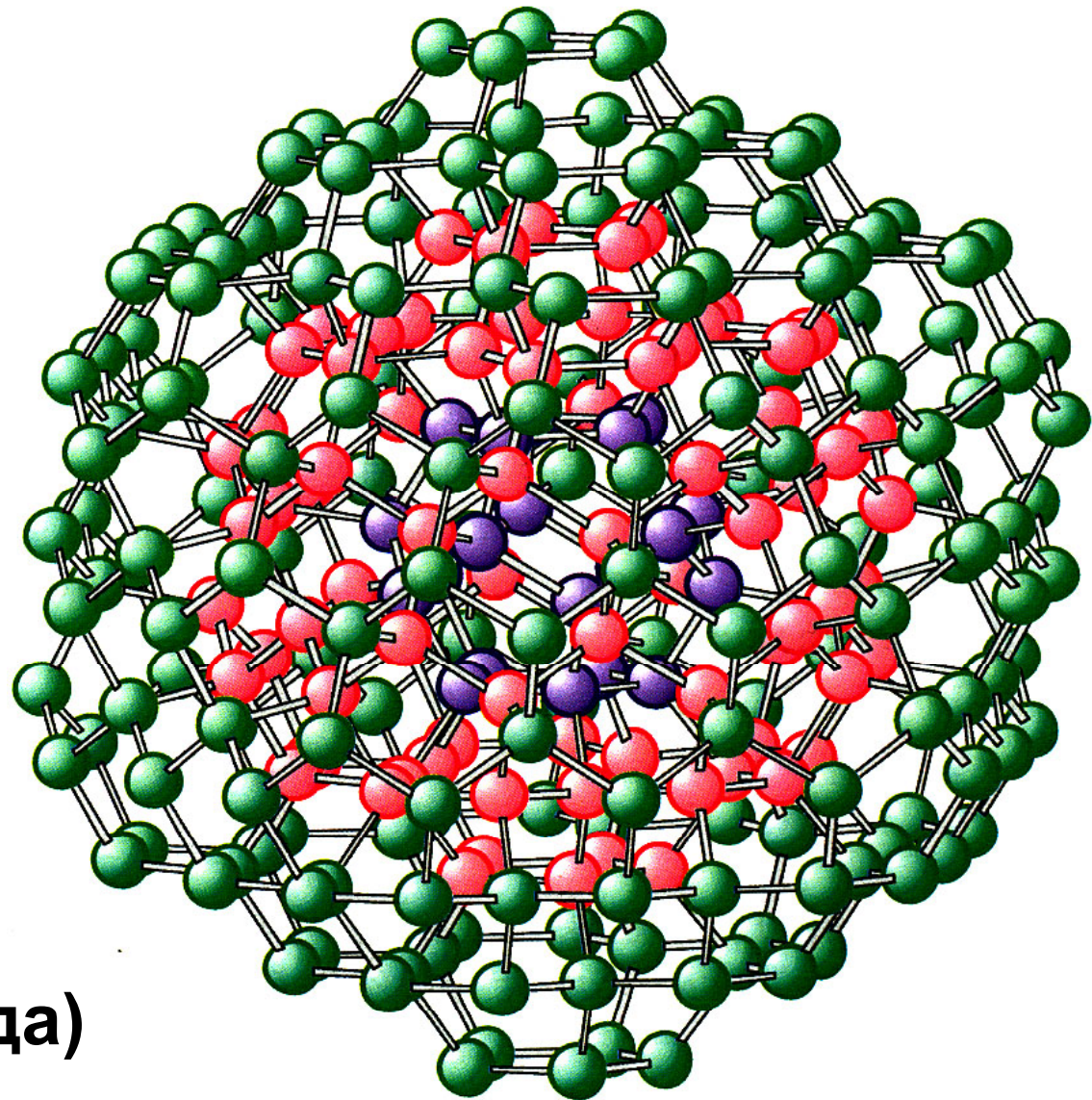


Магнитный субмикрокомпозит на основе гексаферрита стронция.

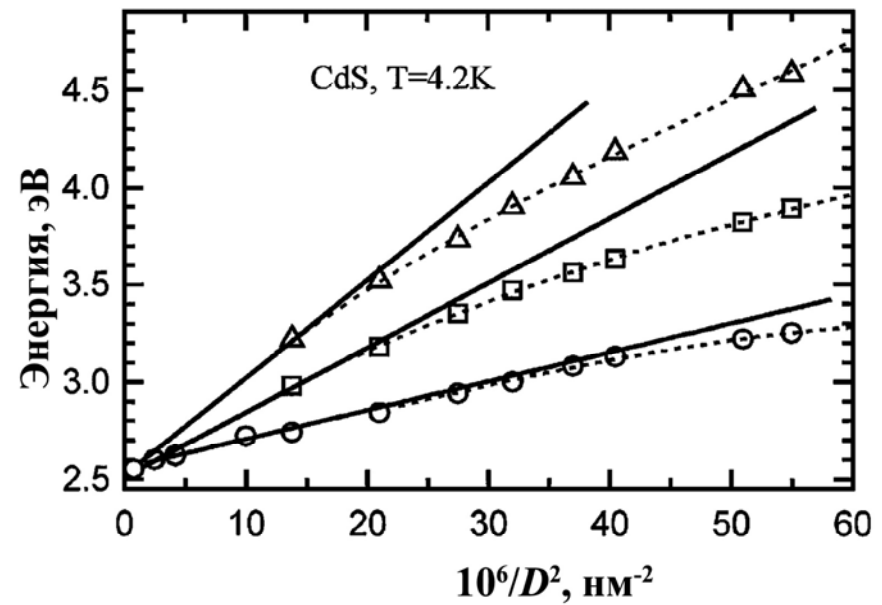
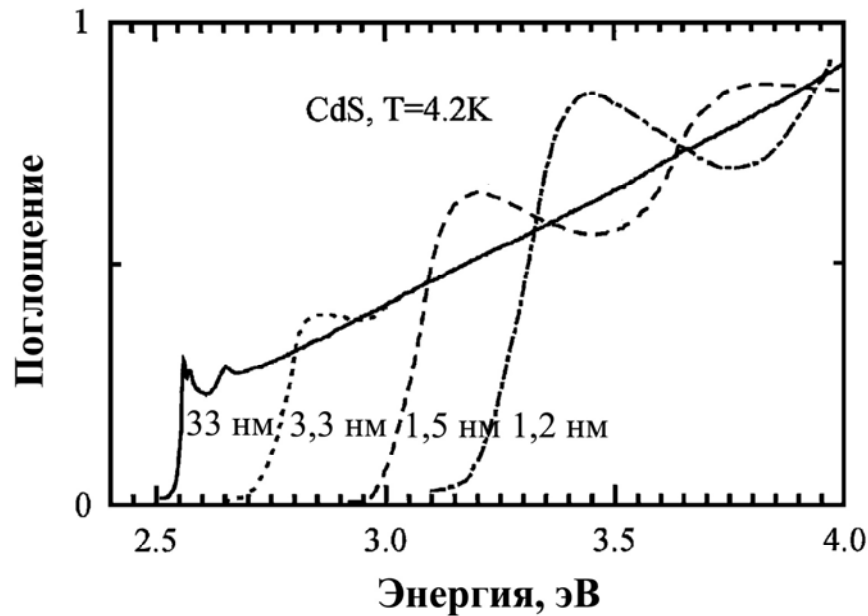
Демон Максвелла и наноалмаз



1 моль $\sim 6 \cdot 10^{23}$
(12 грамм углерода)



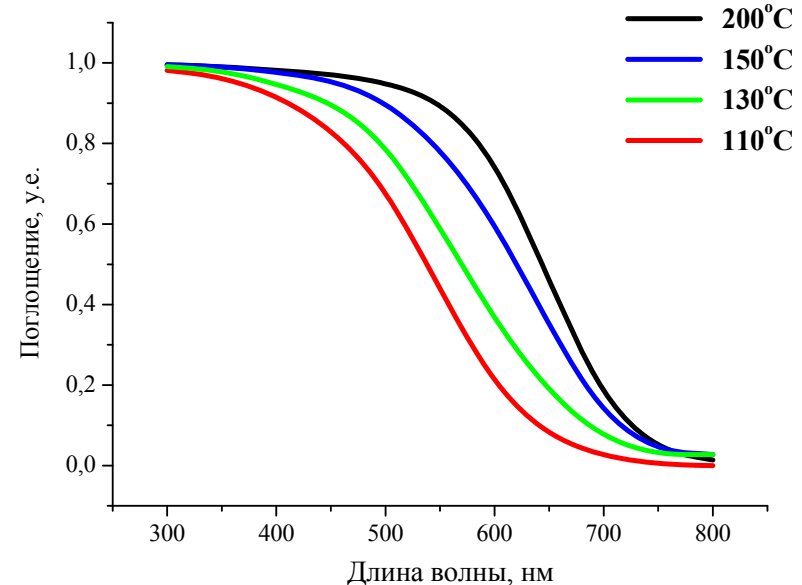
Спектры поглощения полупроводниковых наночастиц, $D \ll a_B$



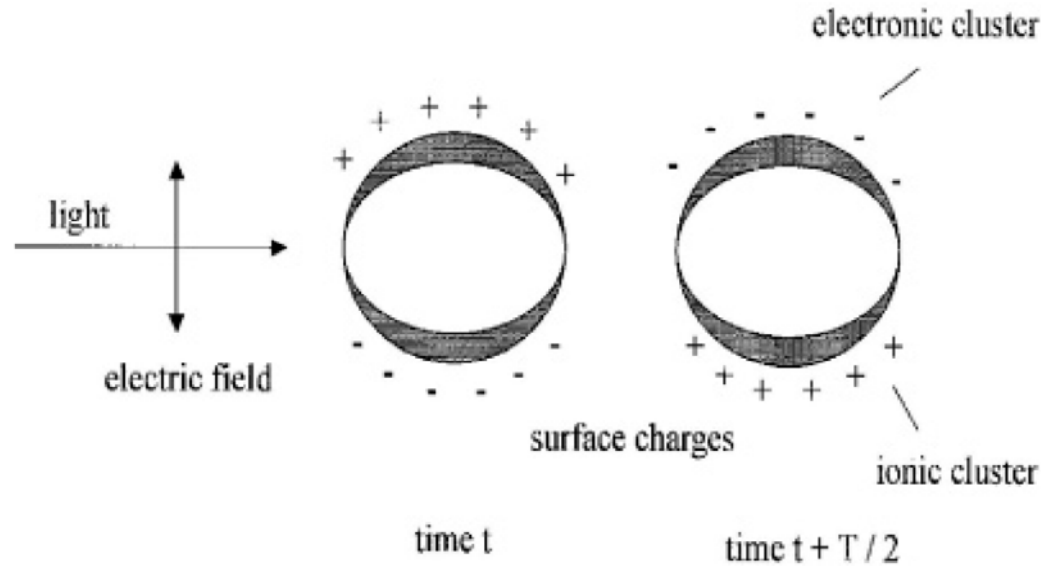
$$E = E_g + \frac{\hbar^2 \pi^2}{2\mu D^2} - 1.786 \frac{e^2}{\epsilon_r D} + 0.284 E_R,$$

E_R – энергия Ридберговского состояния (энергия пространственной корреляции) для макрокристаллического полупроводника:

$$E_R = \frac{\mu e^4}{2\epsilon_r^2 \epsilon_0^2 \hbar^2} = 13.56 \cdot \left(\frac{\mu}{\epsilon_r^2 m_e} \right) [\text{eV}]$$



Плазмонный резонанс



$$\alpha(\omega) = f \cdot \sqrt{\varepsilon_h} \cdot \frac{\omega}{c} \cdot \sum_m C_m \operatorname{Im} \left\{ \frac{\varepsilon - \varepsilon_h}{\varepsilon_h + n_m (\varepsilon - \varepsilon_h)} \right\} = f \cdot \varepsilon_h^{\frac{3}{2}} \cdot \frac{\omega}{c} \cdot \sum_m \frac{C_m}{n_m^2} \operatorname{Im} \left\{ - \frac{1}{\left(\frac{1}{n_m} - 1 \right) \cdot \varepsilon_h + \varepsilon} \right\}$$

где ε_h – диэлектрическая проницаемость матрицы,

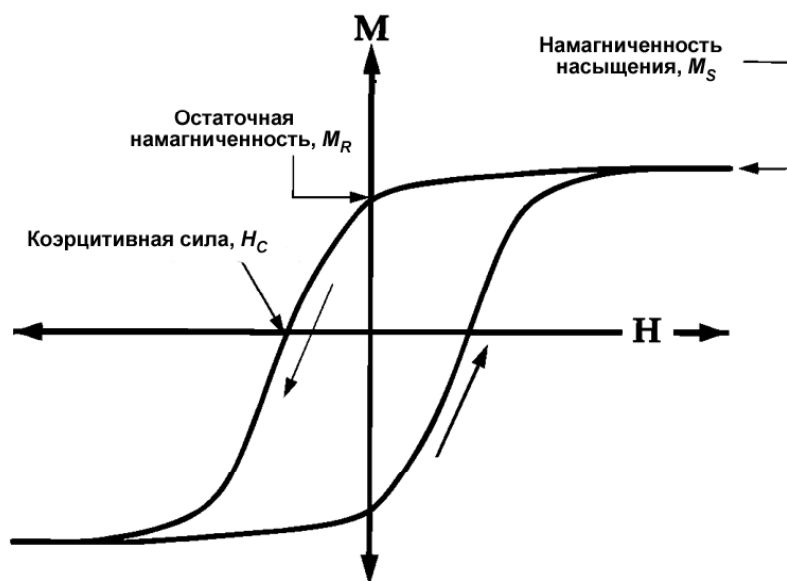
$\varepsilon(\omega) = \varepsilon_1(\omega) + i\varepsilon_2(\omega)$ – диэлектрическая проницаемость объемного металла,

$\operatorname{Im}\{\}$ соответствует мнимой части выражения в фигурных скобках,

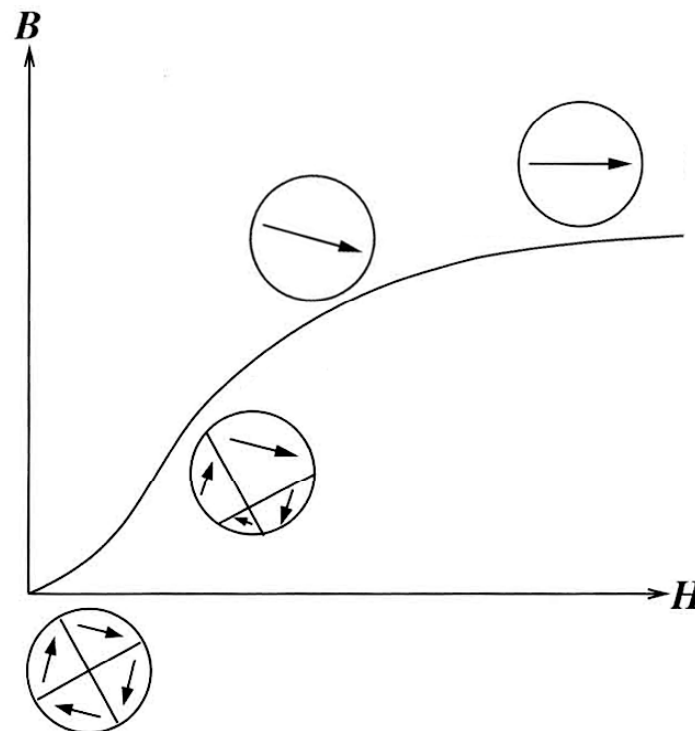
n_m – фактор деполяризации, соответствующий m -ной моде поверхностного плазмона,

C_m – удельный вес, выражающий вклад определенного колебания в поглощение и определяемый дипольным моментом соответствующего поверхностного плазмона.

Магнитные наноструктуры



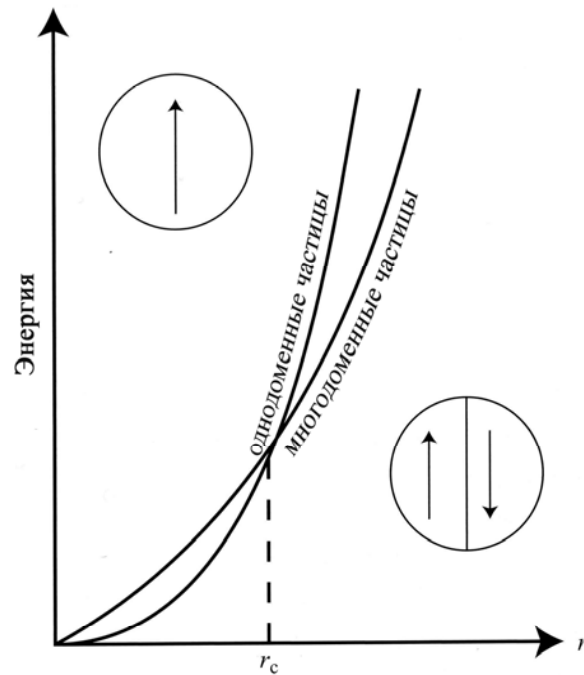
$$\bar{\mu} = \mu \left(\text{cth} \left(\frac{\mu H}{kT} \right) - \frac{kT}{\mu H} \right),$$



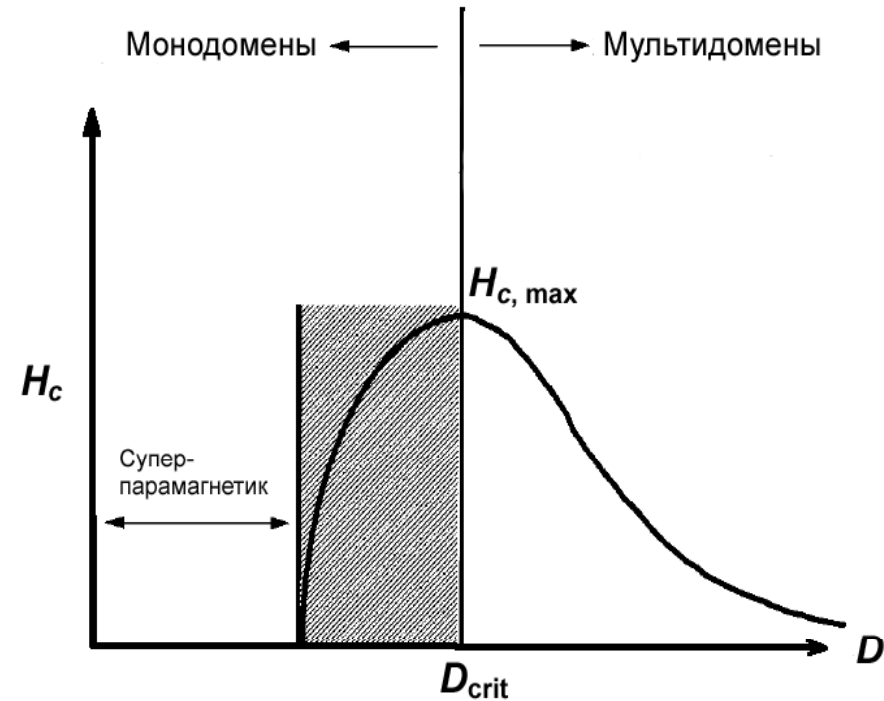
**Петля гистерезиса и
основные
параметры магнитных
материалов.**

**Изменение доменной
структуры в процессе
намагничивания
ферромагнитного
материала.**

Магнитные наноструктуры



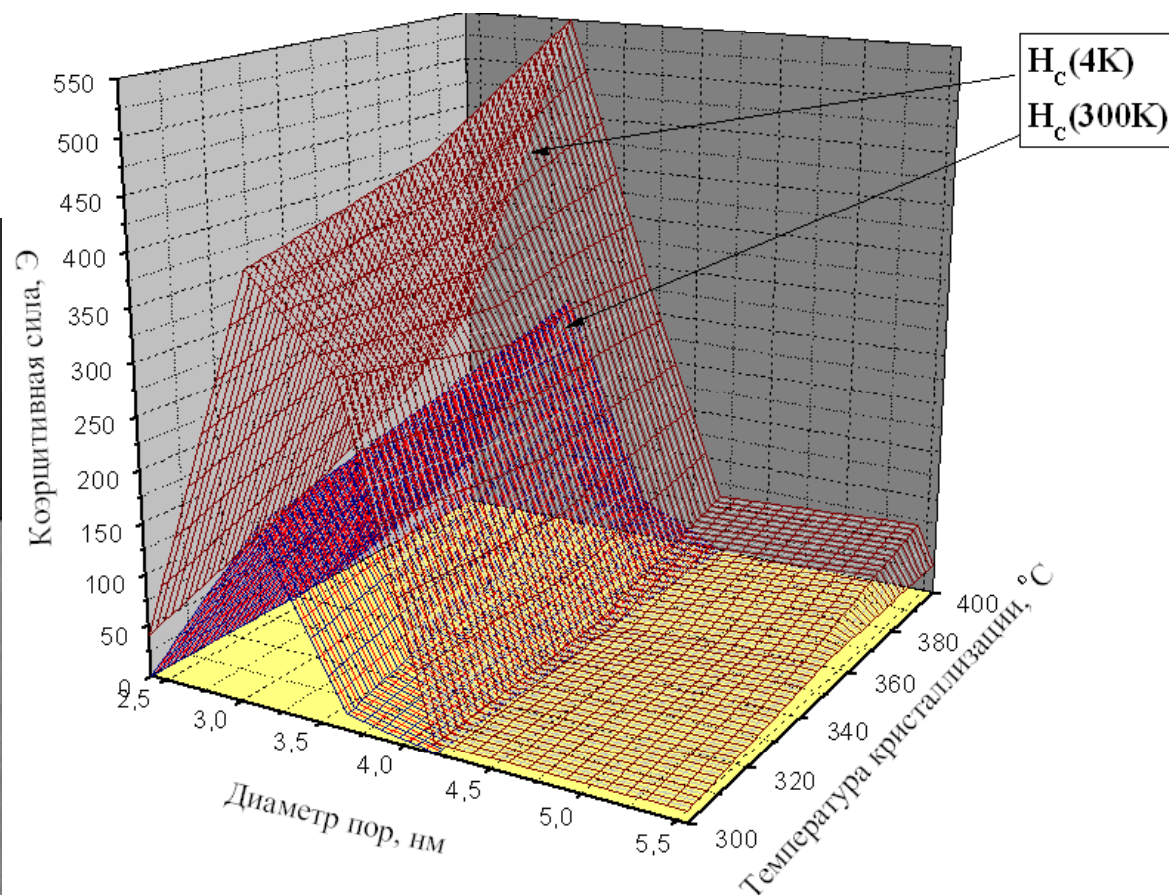
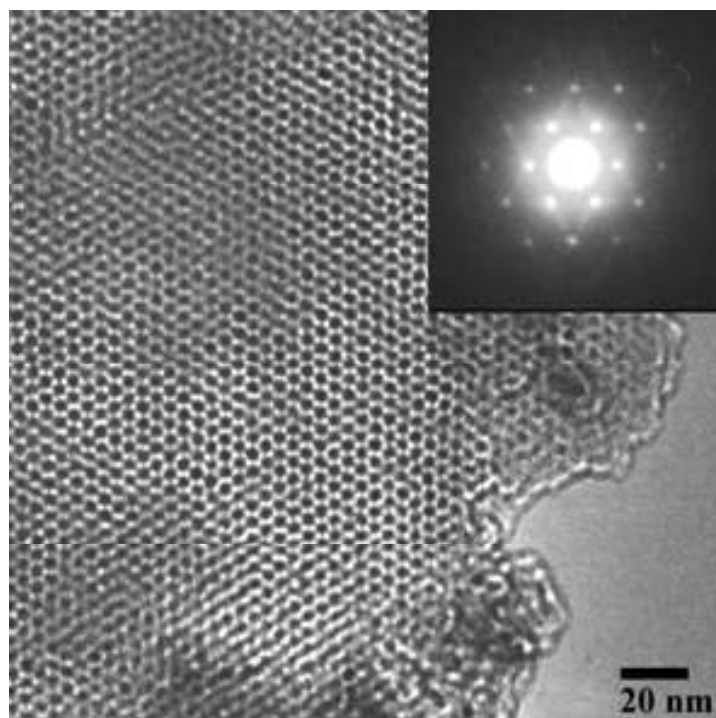
**Относительная
стабильность одно- и
многодоменных
частиц.**



**Зависимость
коэрцитивной
силы от размера
частиц.**

Магнитные наноконкомпозиты $\text{SiO}_2\text{-Fe}$

Сверхвысокая плотность
записи информации
(1-10 Тбит/кв.дюйм)



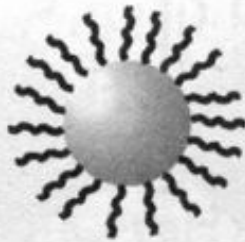
Нано-
провода
Fe в
мезо-
пористом
 SiO_2

$T_{\text{крист}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{блок}}, \text{K}$	Анизотропия	Коэрцитивная сила, Э		Намагн.-насыщ., 300К, э.м.е./г
			4К	300К	
350	260	32	464	201	0,53
375	>300	>40	536	222	0,61
400	280	35	532	185	0,76

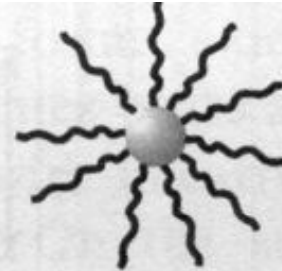
«Искусственный атом»



Dense brush coat
Low curvature
Crystallizes hcp

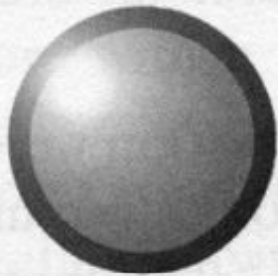


Intermediate coat
and curvature
Crystallizes fcc

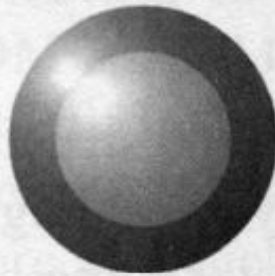


Diffuse coat
High curvature
Crystallizes bcc/bct

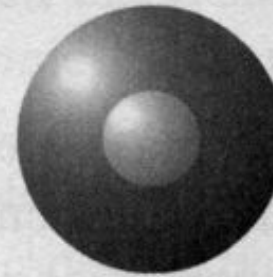
Atoms



No corona
i.e. rare gases
Crystallizes hcp



Contracted
s corona
Crystallizes hcp/fcc

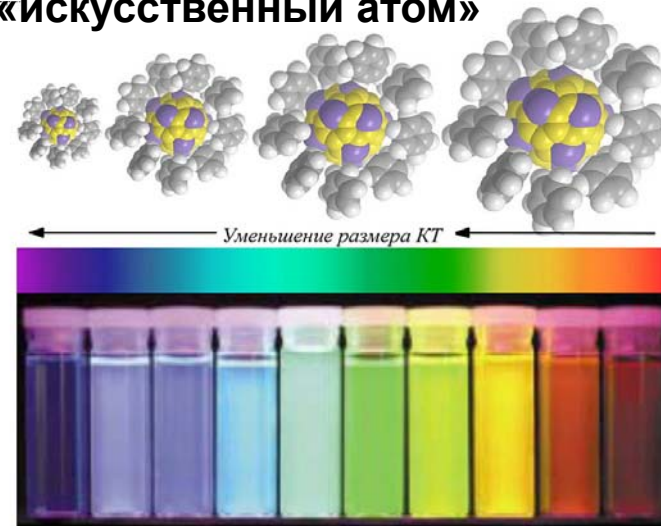


Diffuse valence
electron corona
Crystallizes bcc/bct

Scheme highlighting the similarities between core–corona nanocrystals and atoms. A diffuse corona imparts similar behavior as diffuse valence electrons.

Академик Ж.И.Алферов

«искусственный атом»

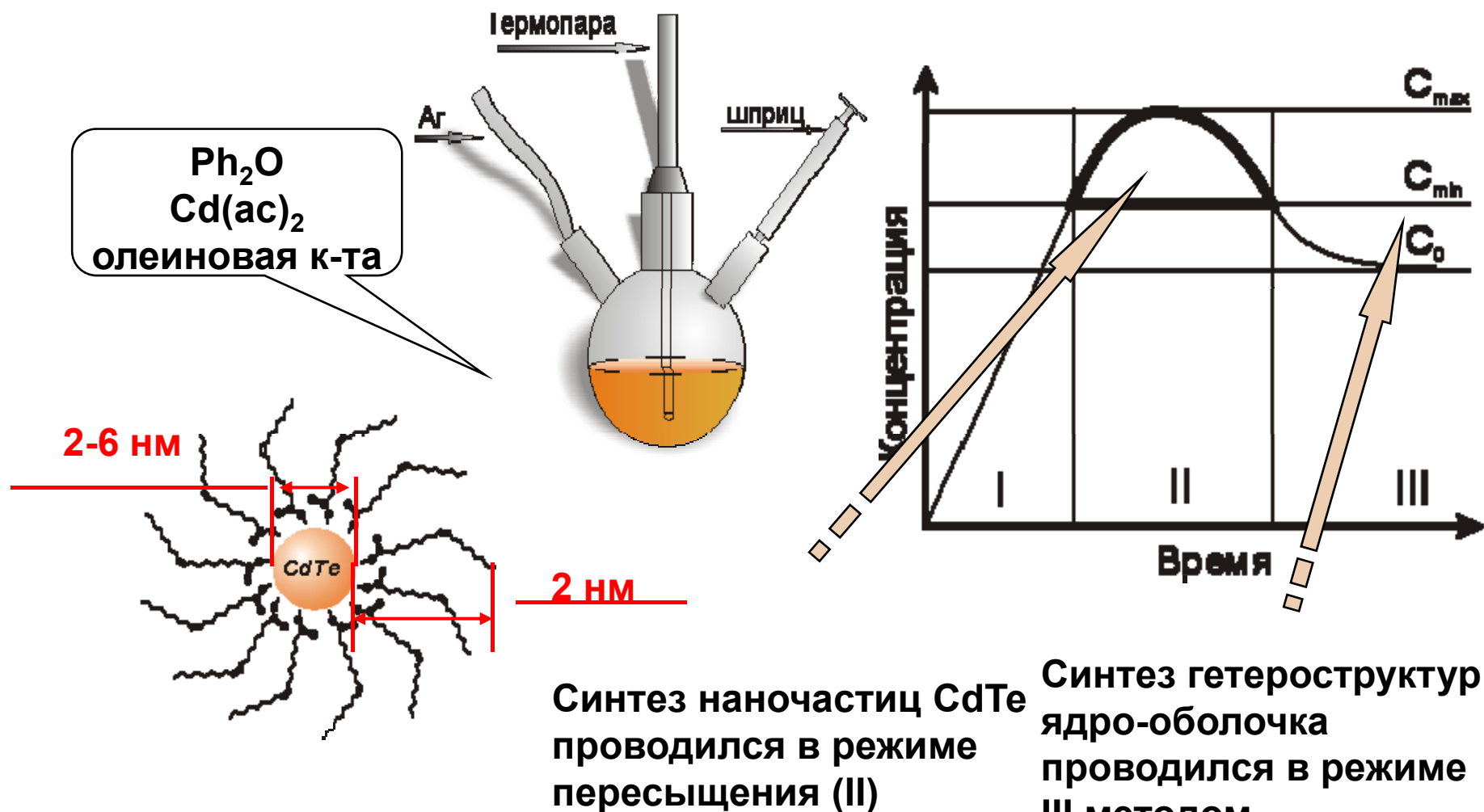


Изменение цвета (полосы испускания) коллоидного раствора частиц CdSe в оболочке ZnSe в зависимости от размера квантовых точек.



Древнегреческий амфитеатр

Химический синтез квантовых точек



- мин. время
- макс. пересыщение
- > монодисперсная система

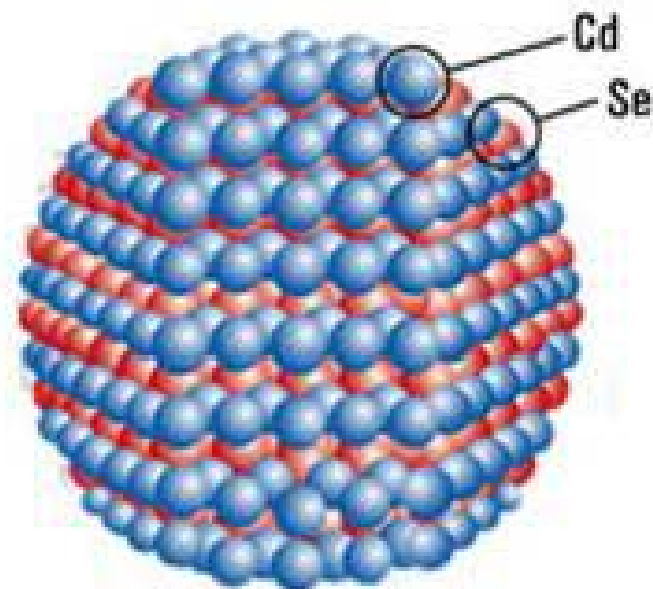
Синтез наночастиц CdTe проводился в режиме пересыщения (II)

Синтез гетероструктур ядро-оболочка проводился в режиме III методом наращивания на ядре CdTe слоя CdSe.

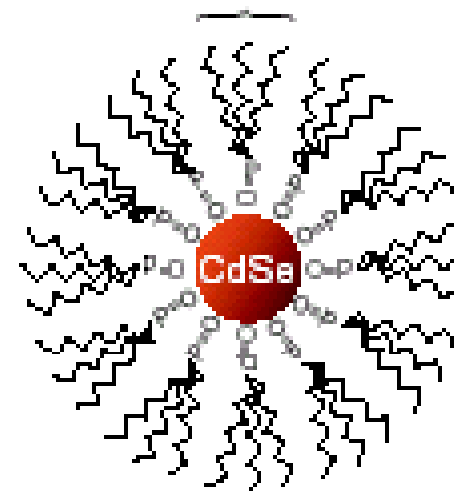
Коллоидные квантовые точки

- Наночастицы полупроводника, покрытые стабилизатором
- **Требования к наночастицам**
 - узкое распределение по размерам
 - отсутствие агломерации
 - пассивирование оборванных связей на поверхности
- **Требования к стабилизатору**
 - объемный “хвост”
 - прочная связь с поверхностью
 - сродство к растворителю

«Зародыш» - баланс изменения «объемной» и «поверхностной» свободной энергии...



(b) TOPO ligand



Квантовые точки

Обычное освещение

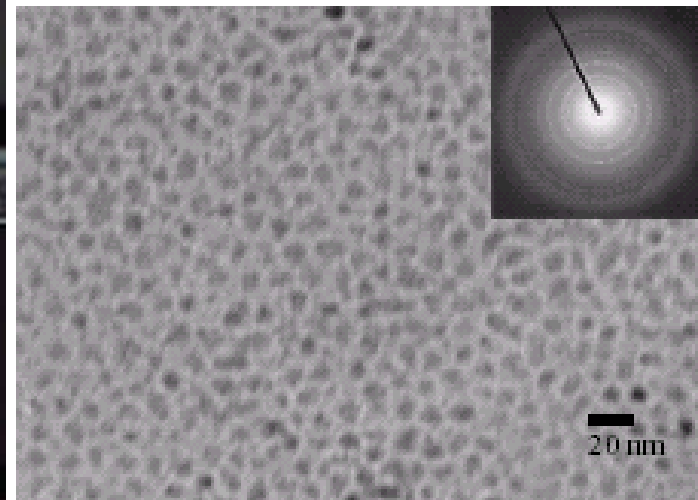


УФ

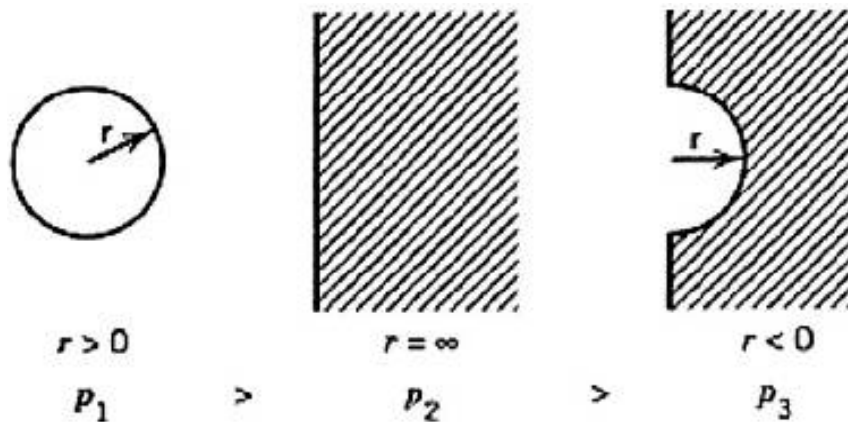


Photo by Roman Vasiliev

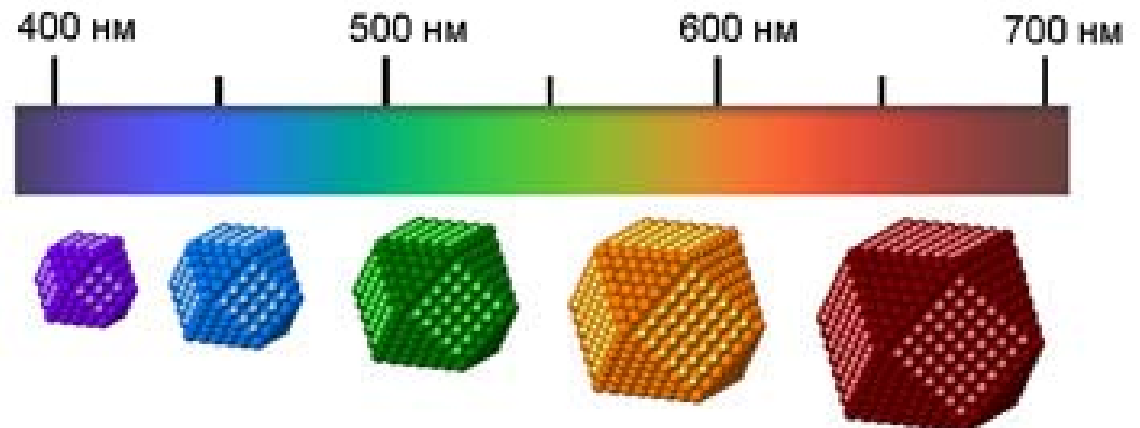
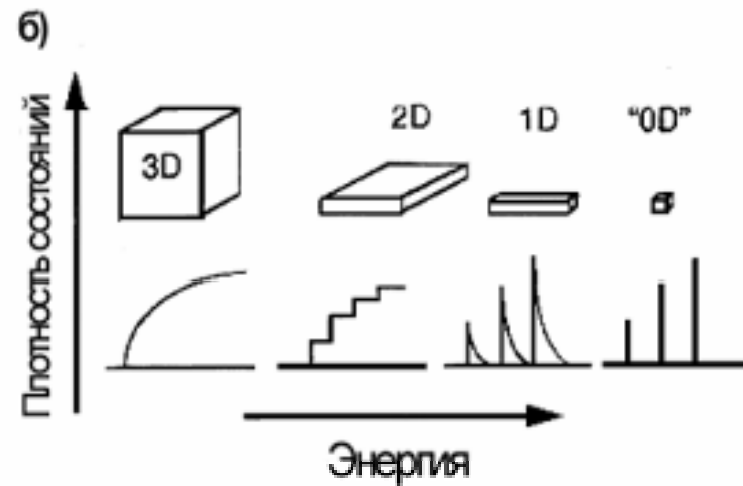
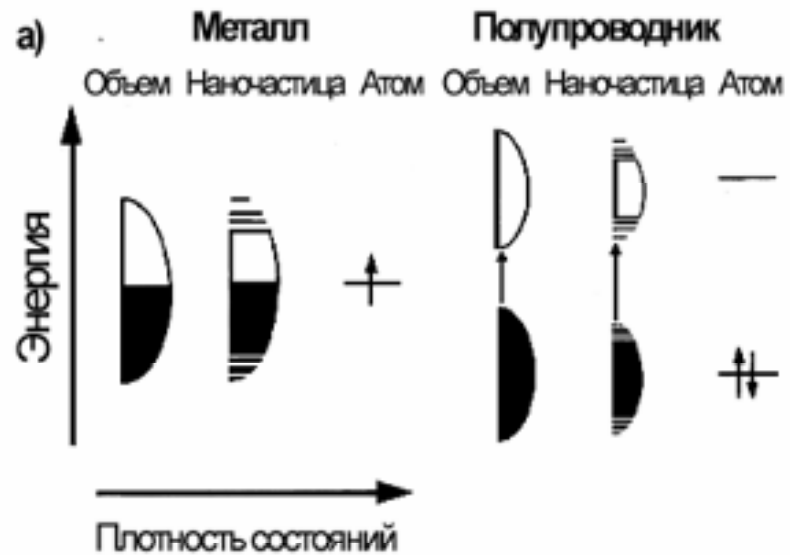
13/03/2006



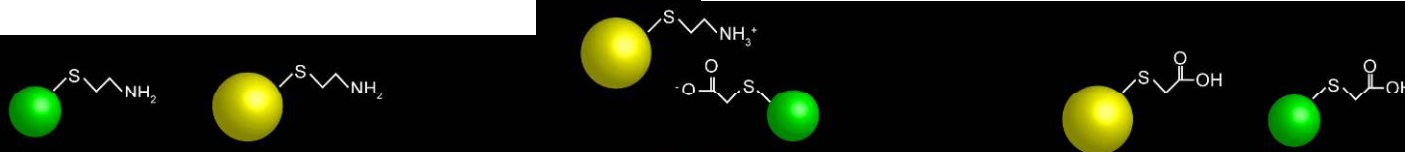
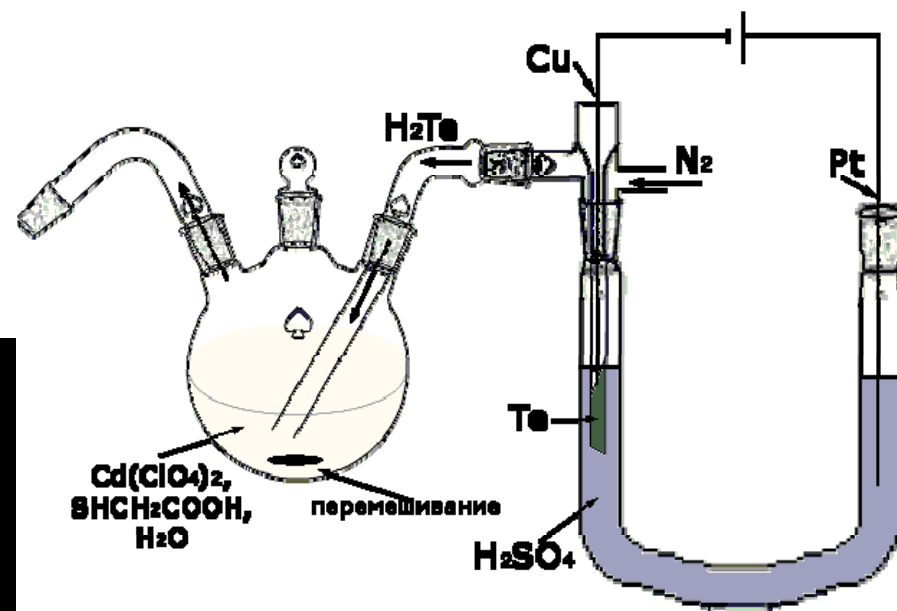
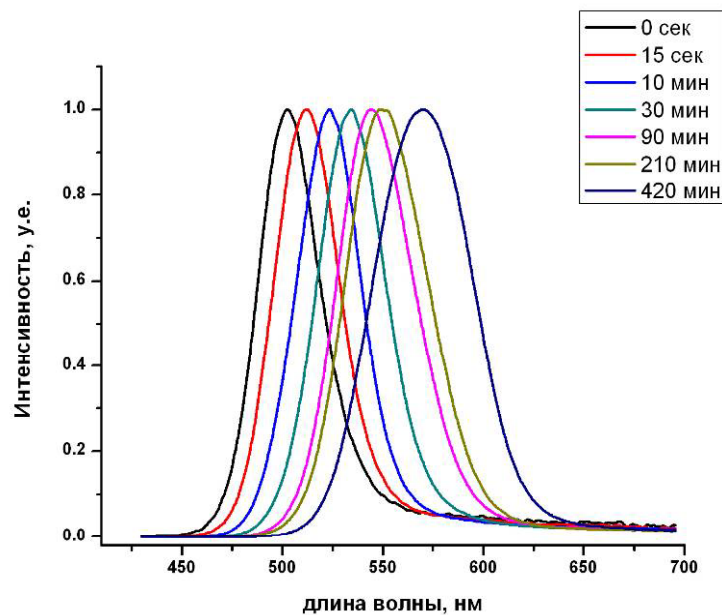
Оствальдовское созревание



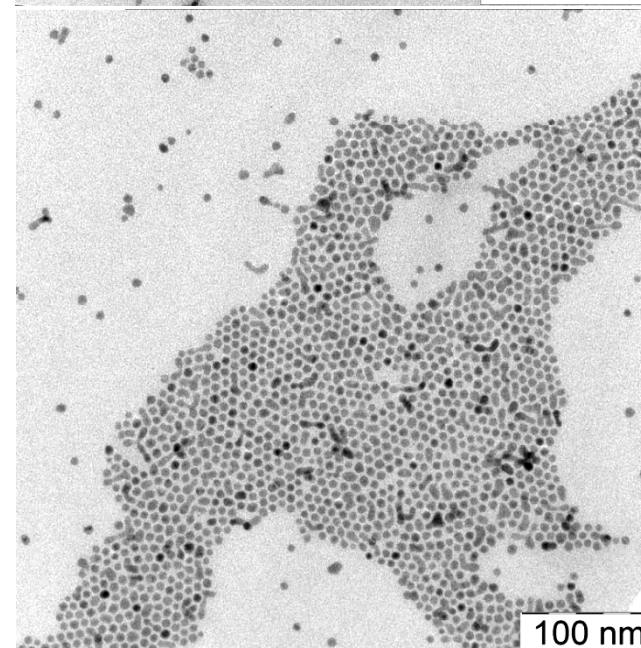
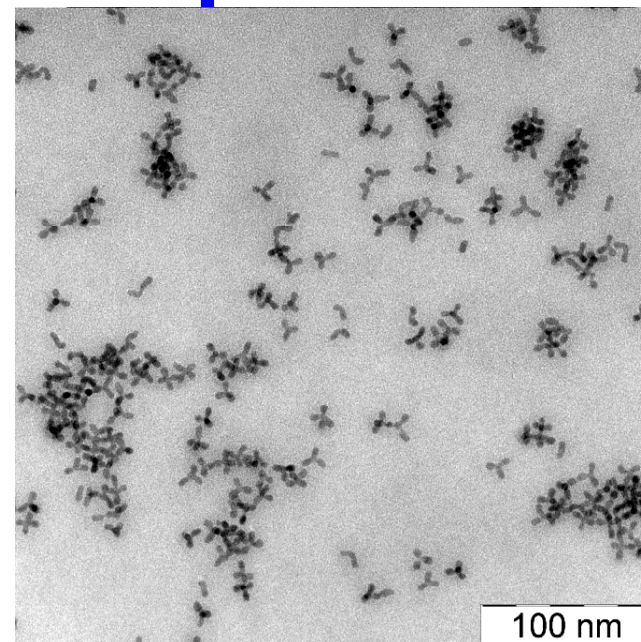
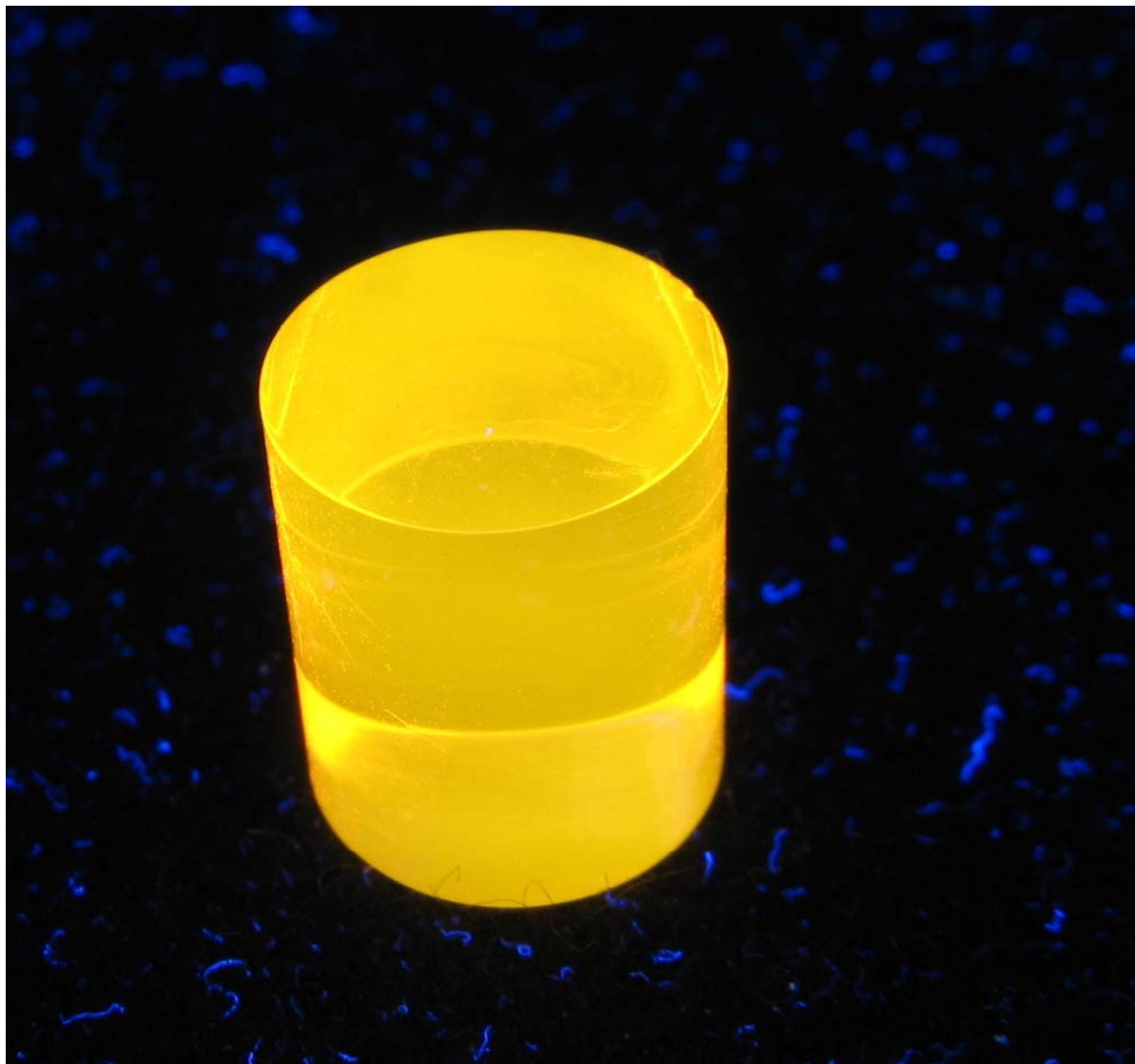
Квантовые точки



Водорастворимые КТ



Наночастицы в полимерах



«Нанобио»



➤ Малый размер

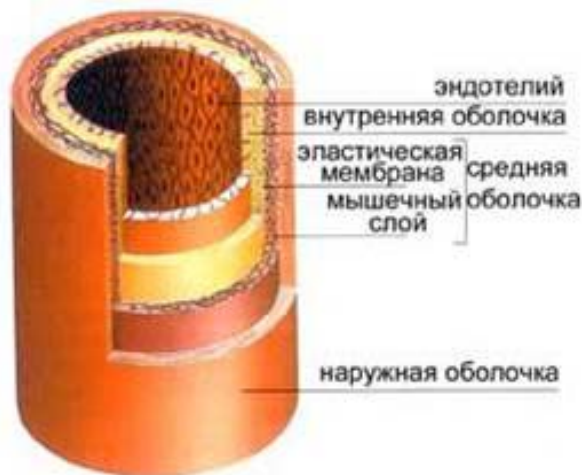
⇒ могут проникать в капилляры, ткани и клетки

➤ Развитая поверхность

⇒ «контейнеры» для биологически активных в-в
⇒ частицы неорганических материалов можно сделать нетоксичными

⇒ свойства частиц зависят от состояния поверхности

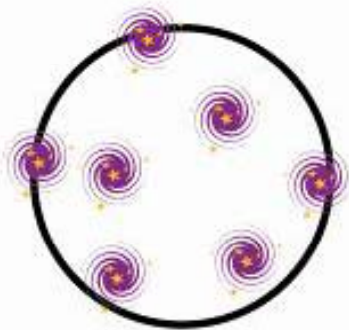
➤ Необычные для свойства – магнитные и оптические



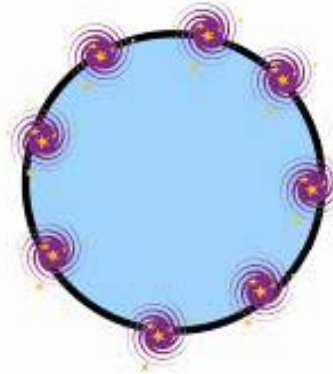
Создание новых биосовместимых наноматериалов с нетоксичной защитной оболочкой для медицинской диагностики, программируемой доставки лекарств и лечения онкологических заболеваний.

Доставка лекарств

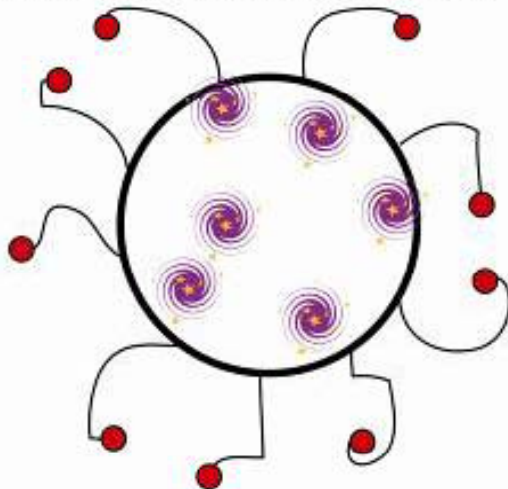
Наночастицы с однородным распределением биологически активного вещества



Наночастицы с биологически активным веществом на поверхности



Наночастицы с однородным распределением биологически активного вещества и модифицированной поверхностью



Нанокapsулы



Преимущества наносистем:

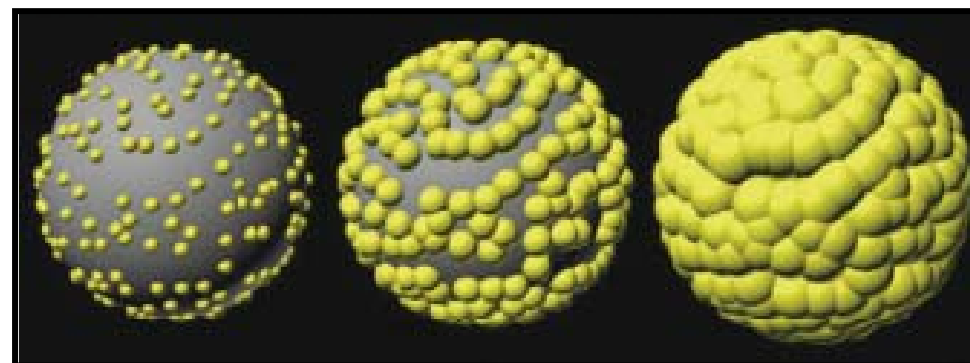
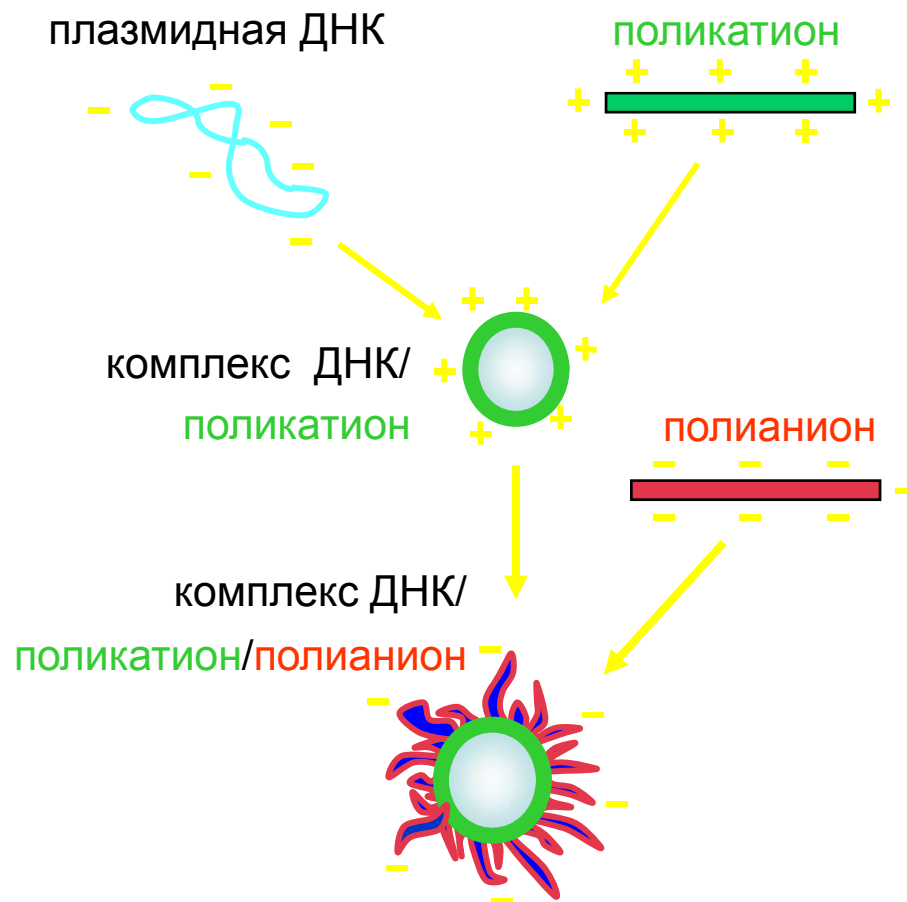
➤ Доставка вещества именно туда, куда нужно (антитела и пр.)

-можно избежать токсичного действия на другие части организма;

-нет отторжения защитными системами организма (кожей, слизистыми оболочками, иммунной системой);

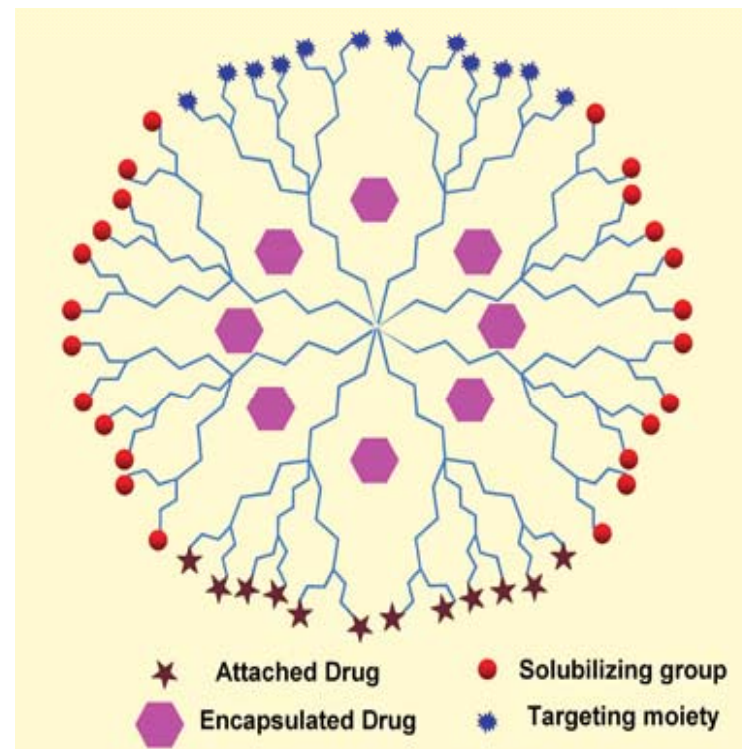
➤ Дизайн кинетики выхода активного компонента

Наномедицина

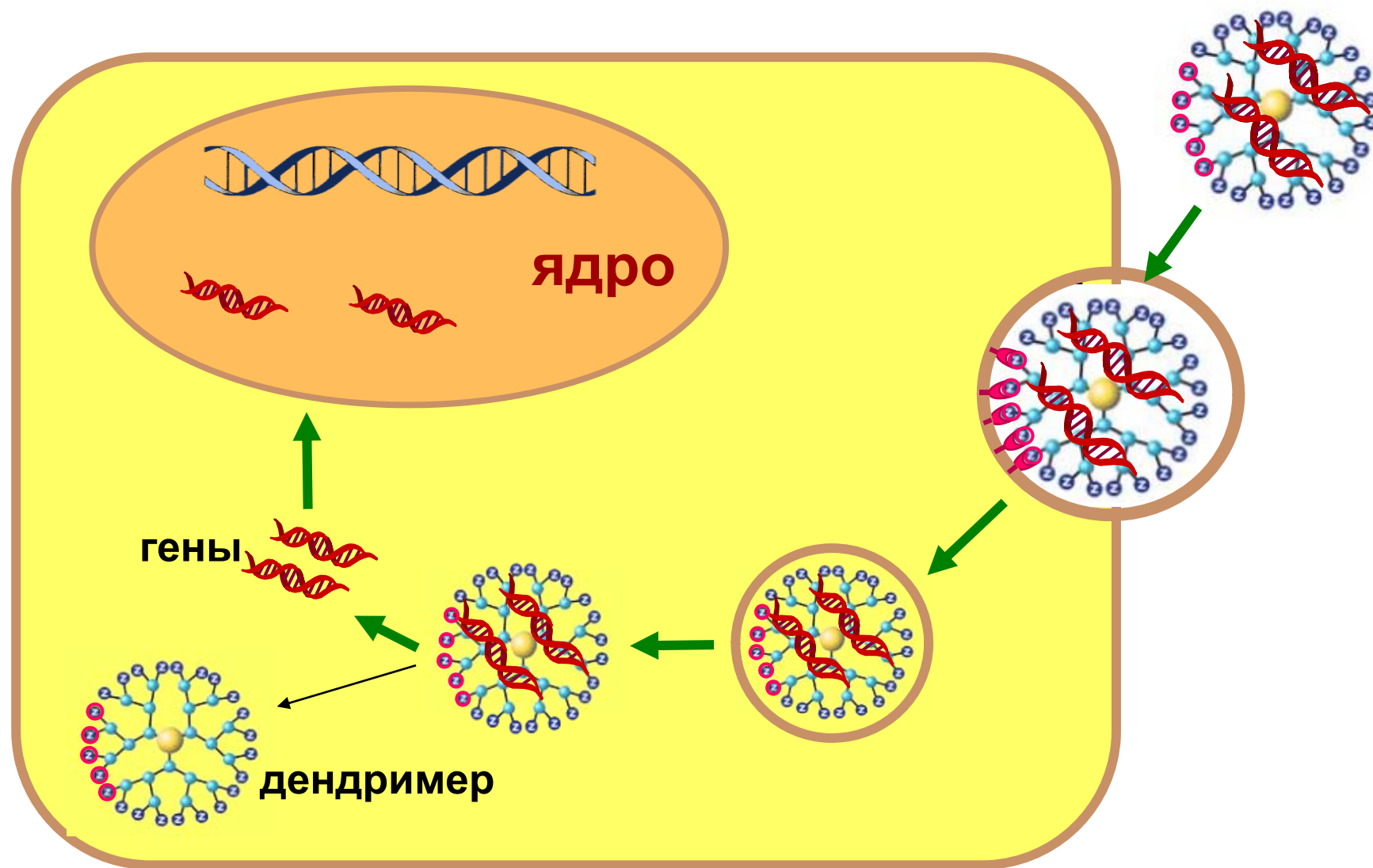


Упаковка терапевтических генов в наночастицы, имитирующие структуру вирусов, для доставки этих генов внутрь клеток

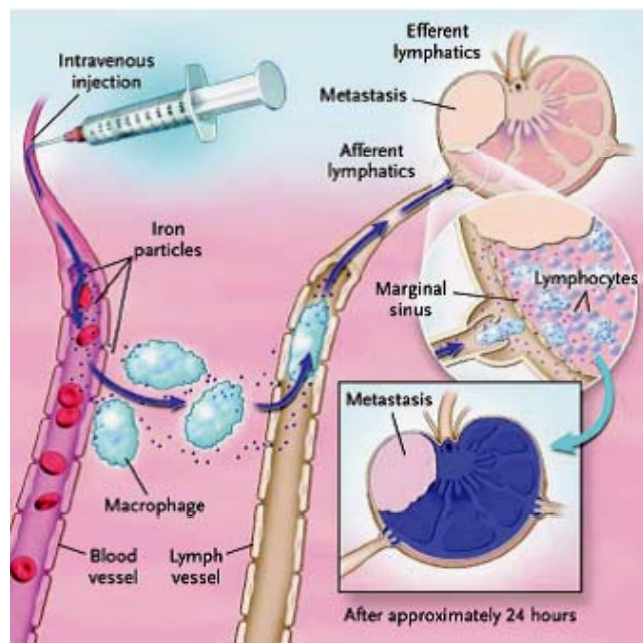
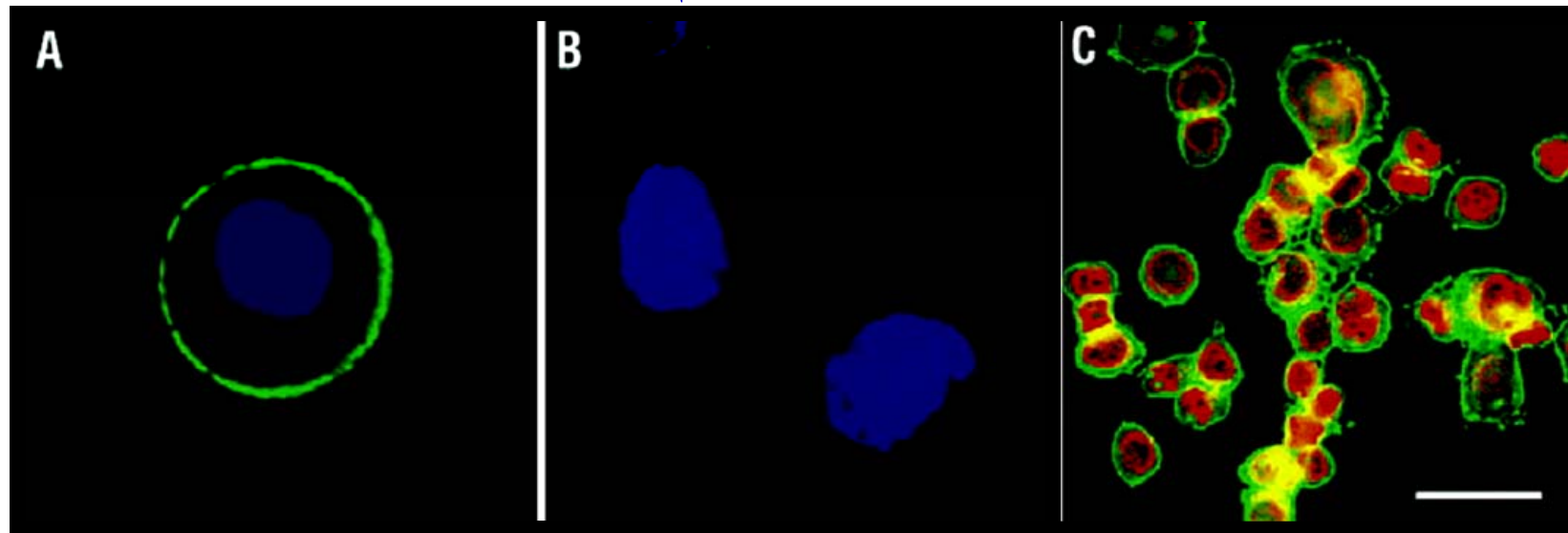
- Контролируемые размеры и структура дендримеров
- Высокая плотность поверхностных групп
- Наличие каналов и пор для капсулирования «гостей»



Дендримеры, как переносчики генов

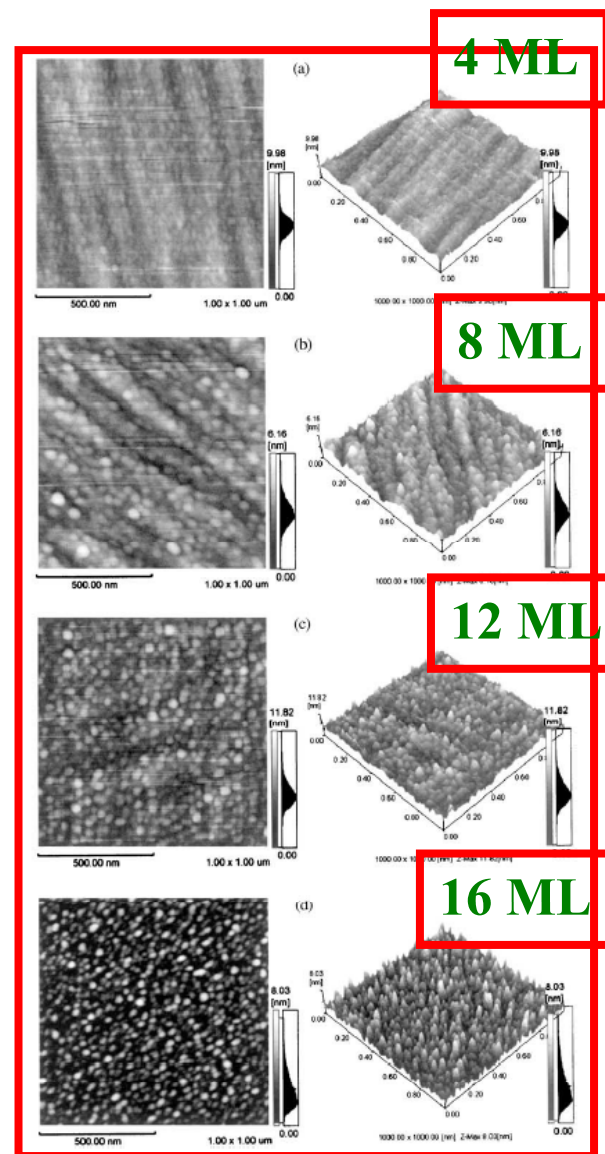


Выявление раковых маркеров на клетках с помощью квантовых точек

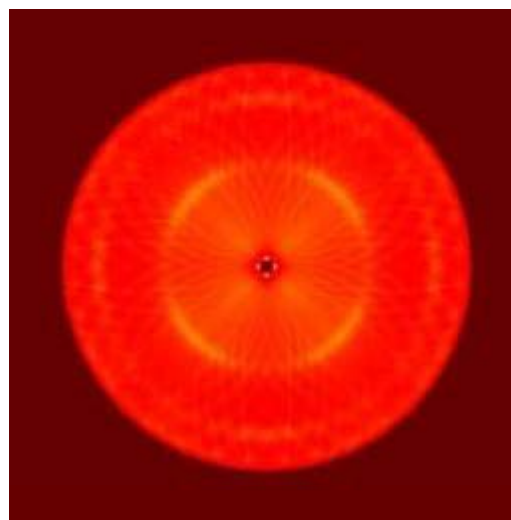
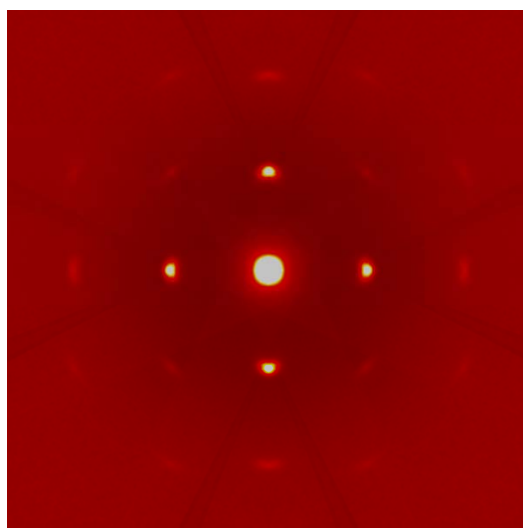
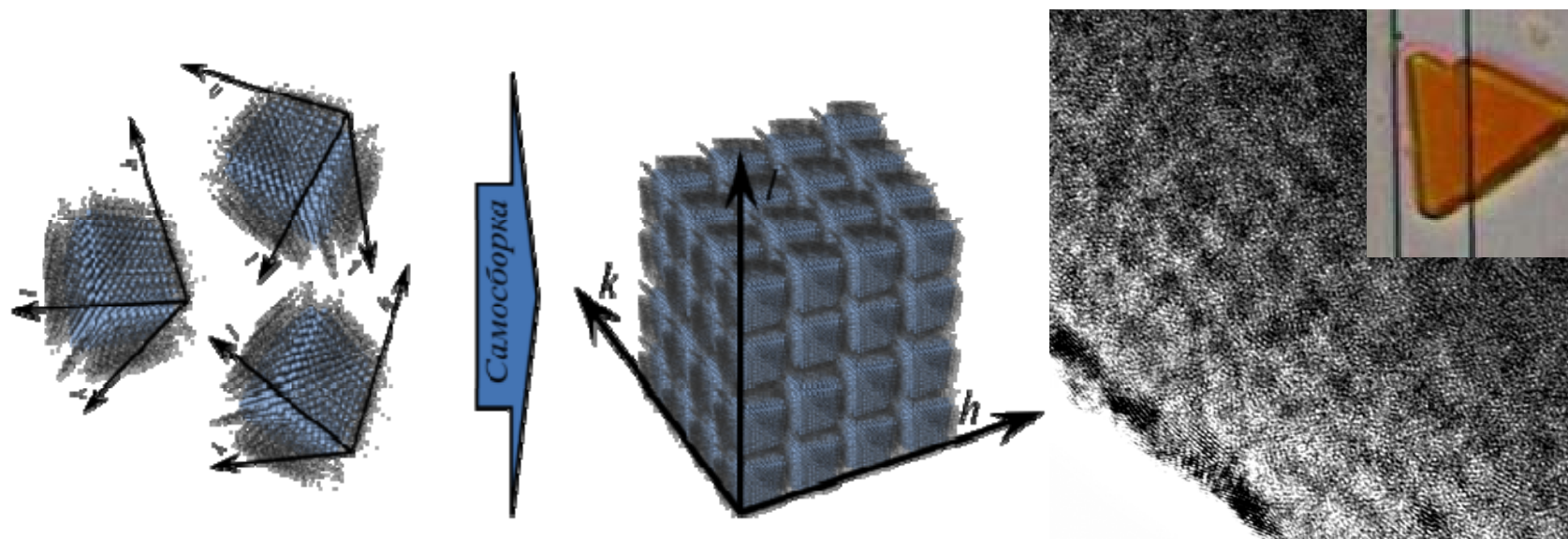


**Металлические наночастицы
для выявления метастазов
методом ЯМР**

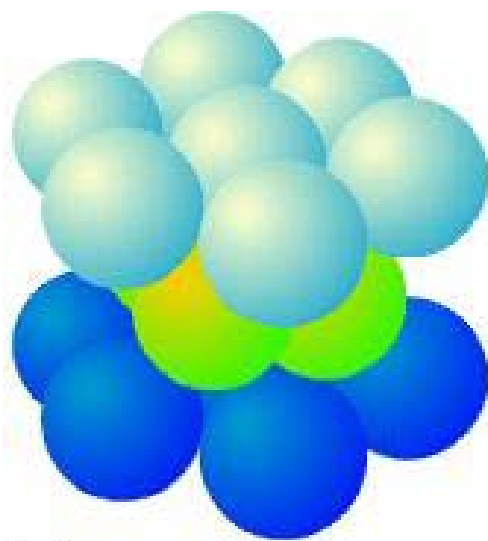
«Самоорганизация» КТ



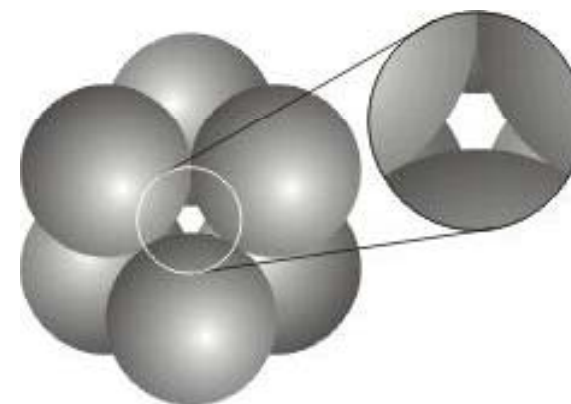
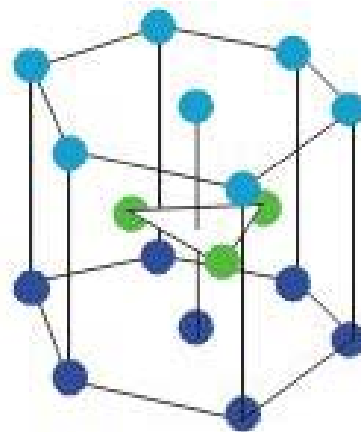
Кореллированные сверхрешетки



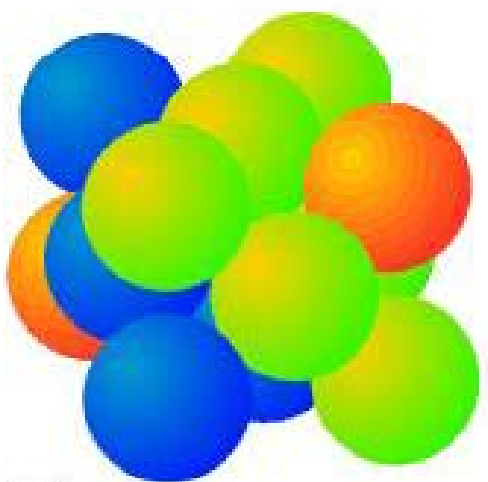
Структуры



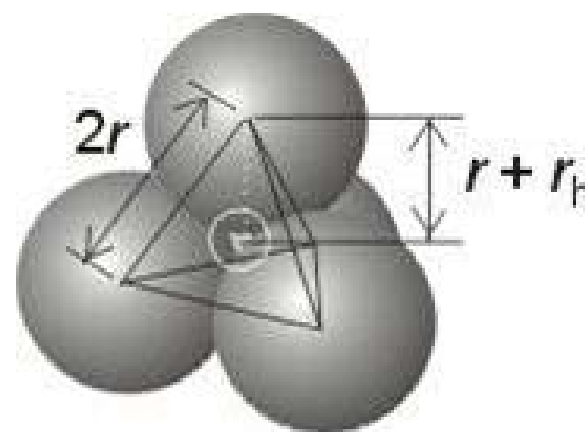
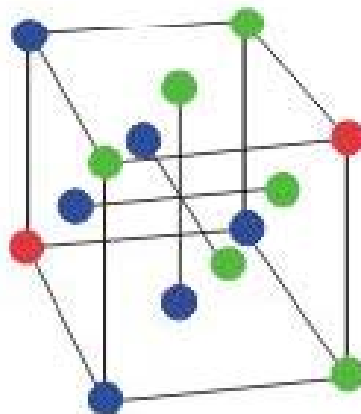
(a)



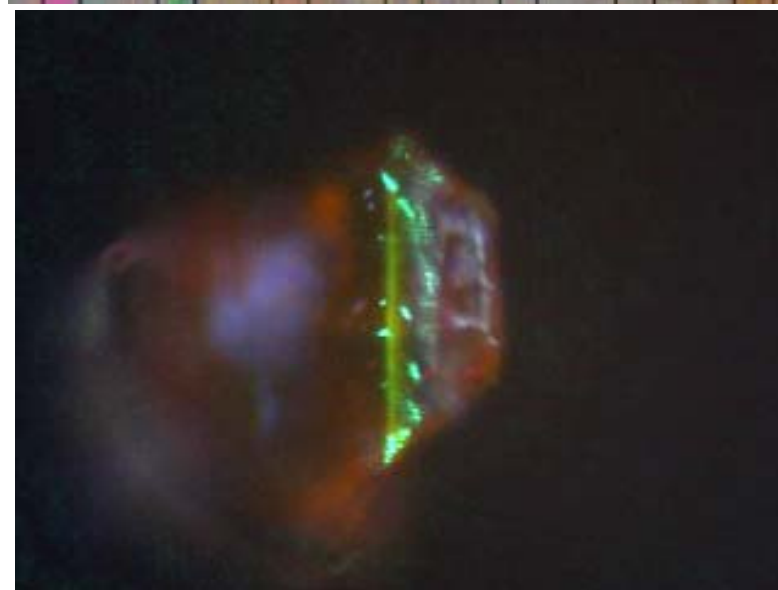
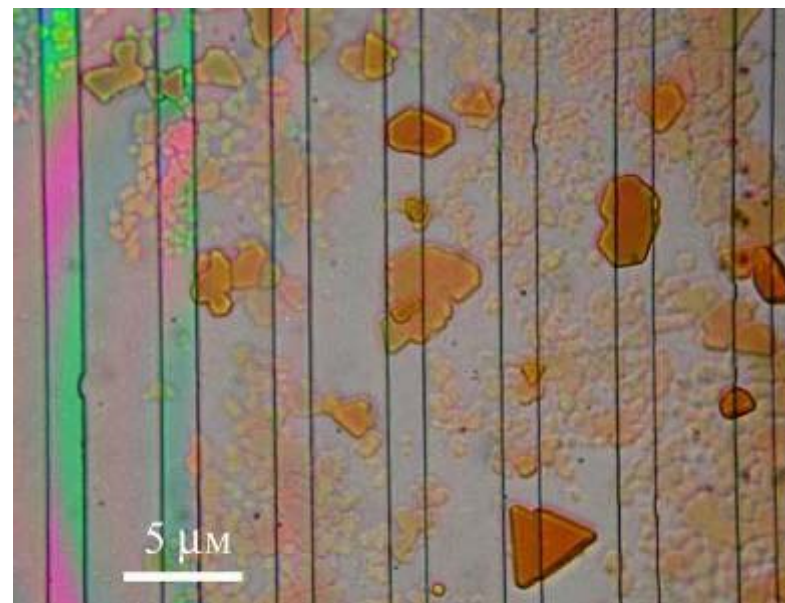
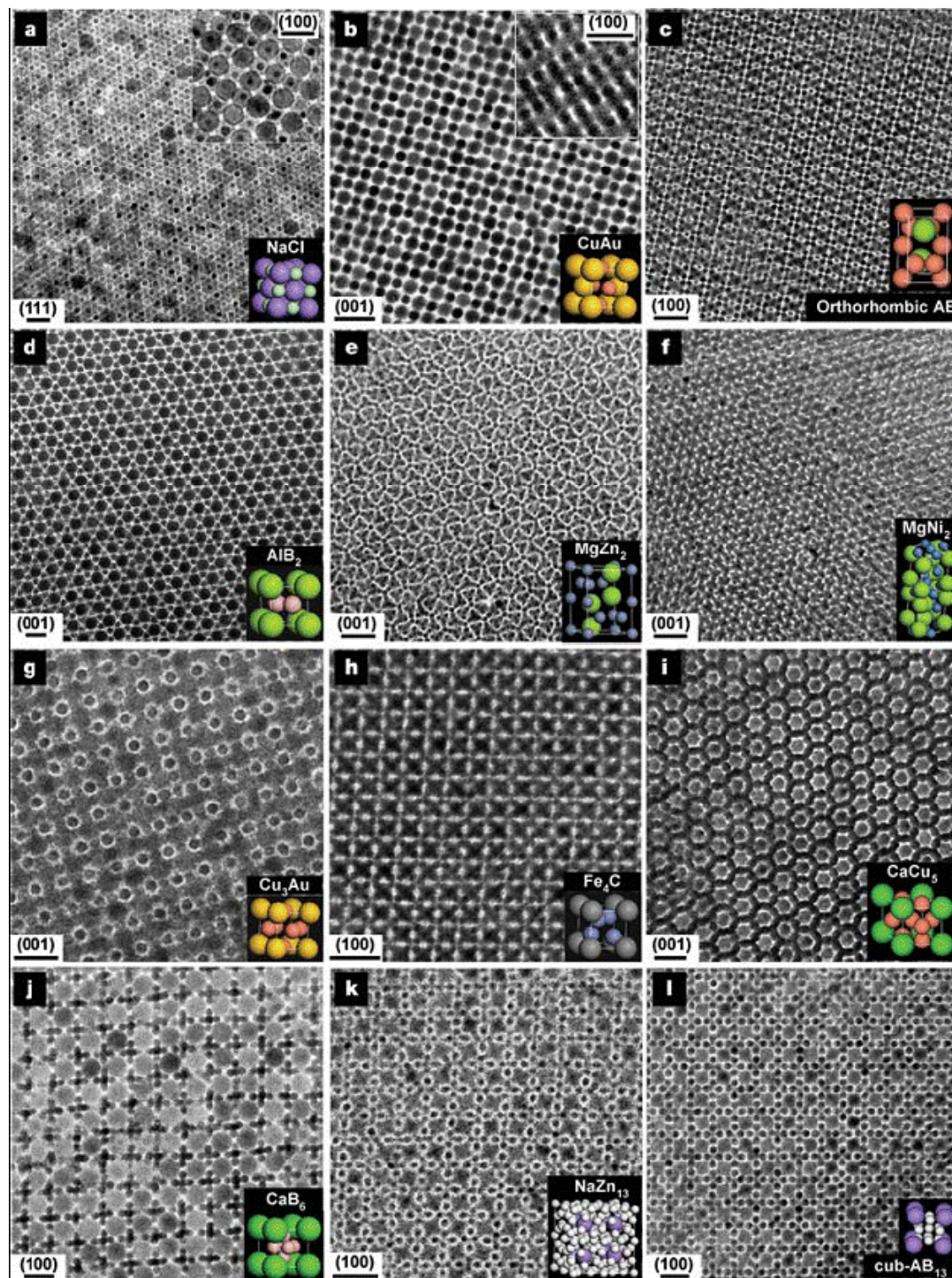
2 Octahedral hole



(b)

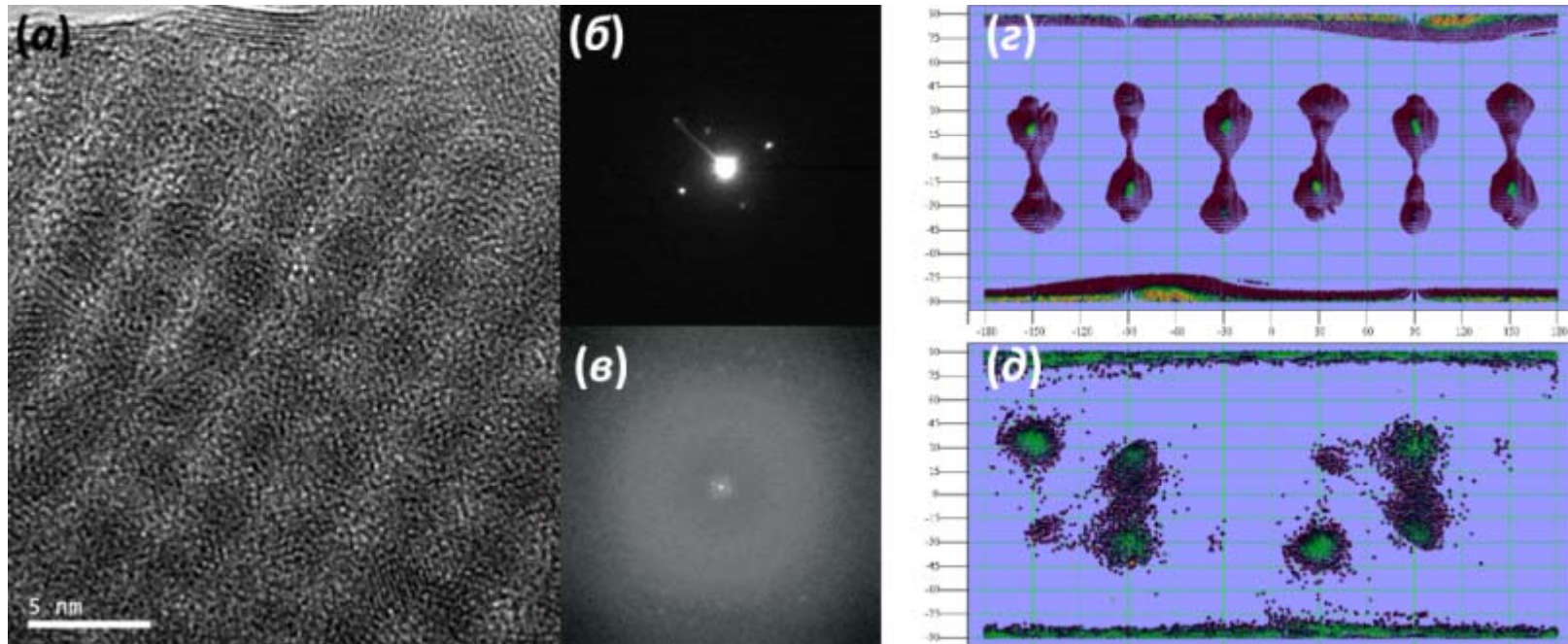


Самосборка наноструктур



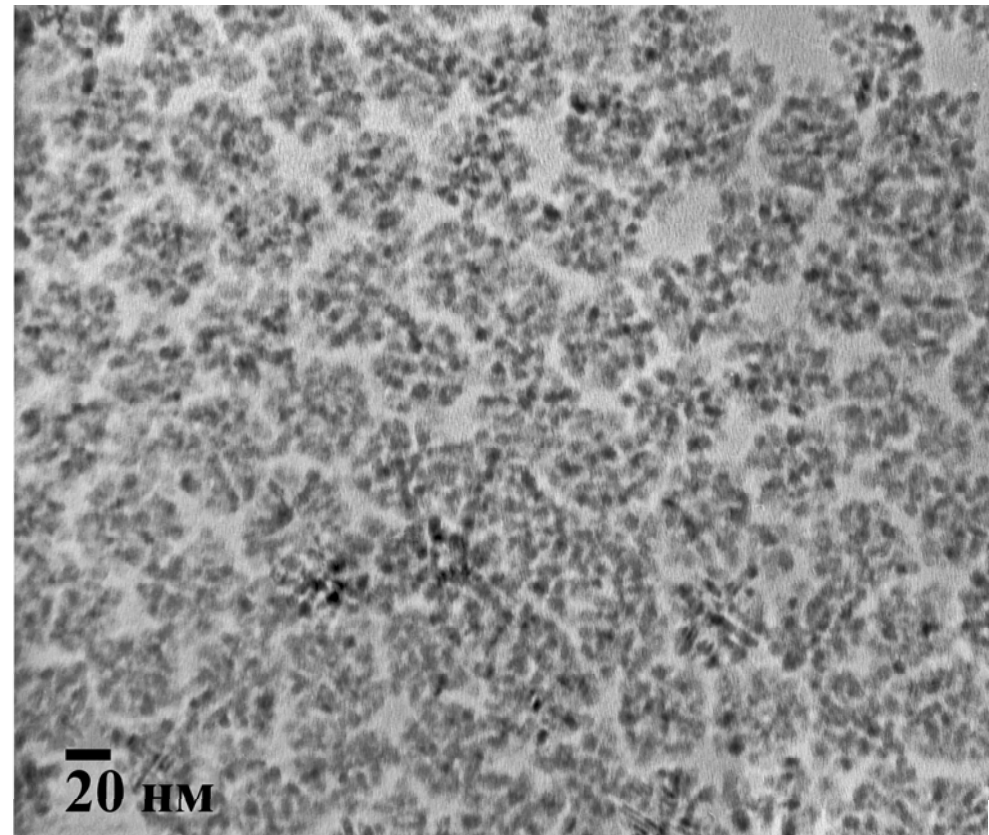
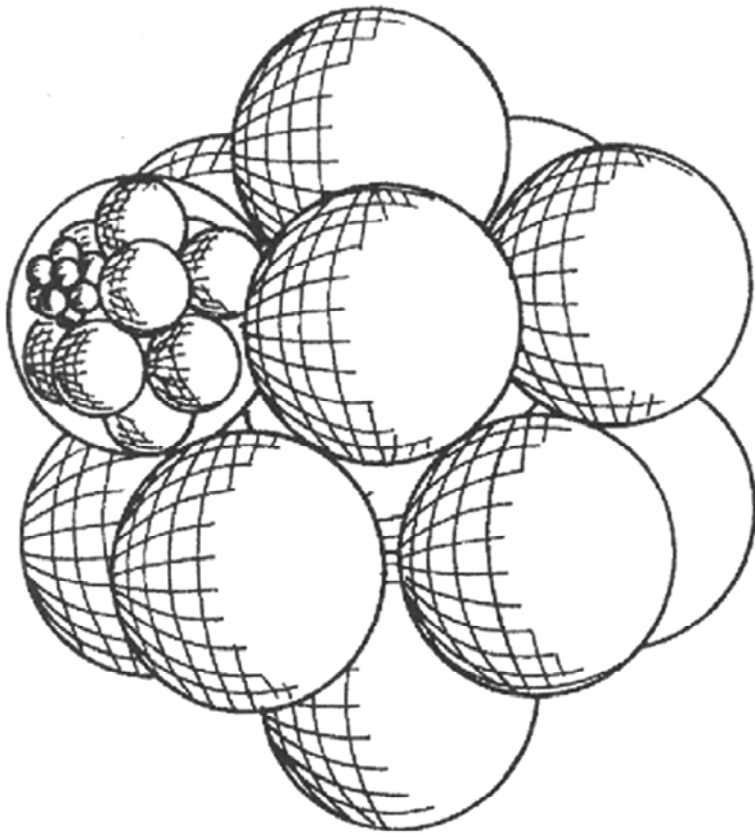
Коллоидный кристалл из
квантовых точек (ФНМ МГУ)

Анизотропия единичных частиц диктует параметры сверхрешетки

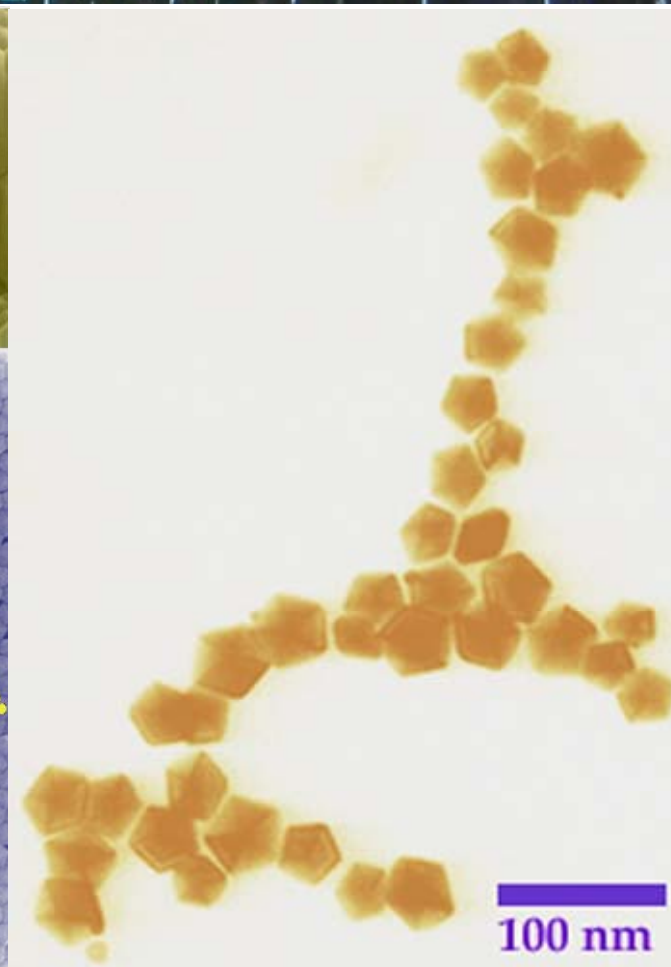
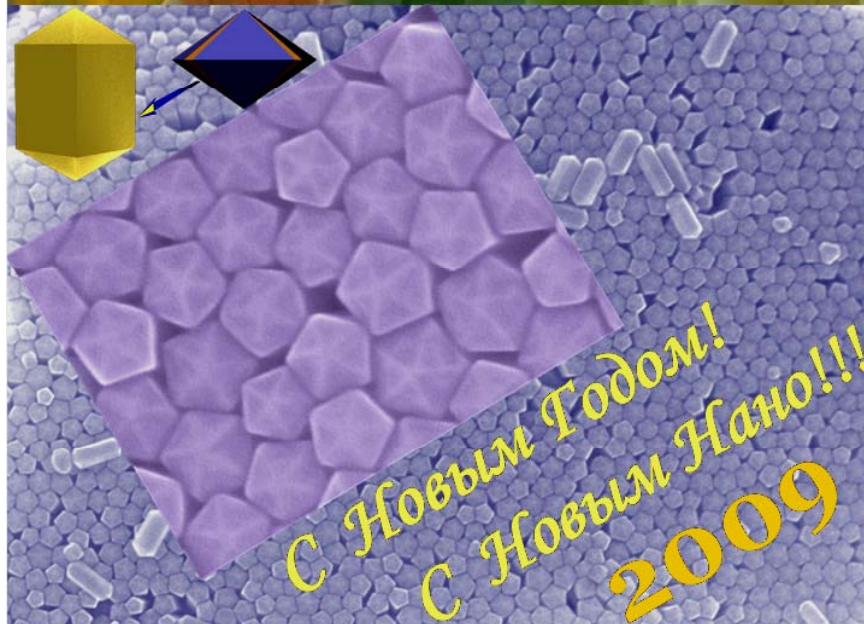
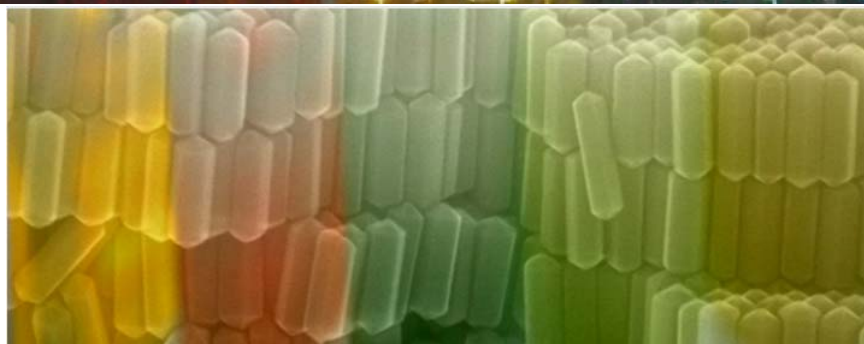


Микрофотография сверхрешетки наночастиц CdSe с коррелированными кристаллографическими осями отдельных наночастиц и всей сверхрешетки в целом (а), данные малоугловой и широкоугловой электронной дифракции иллюстрирующие наличие корреляции кристаллографических осей (б, в), и карты распределения интенсивности по углам при $d_{111} = 5,2$ нм сверхрешетки (г) и $d_{220} = 0,212$ нм кристаллов CdSe.

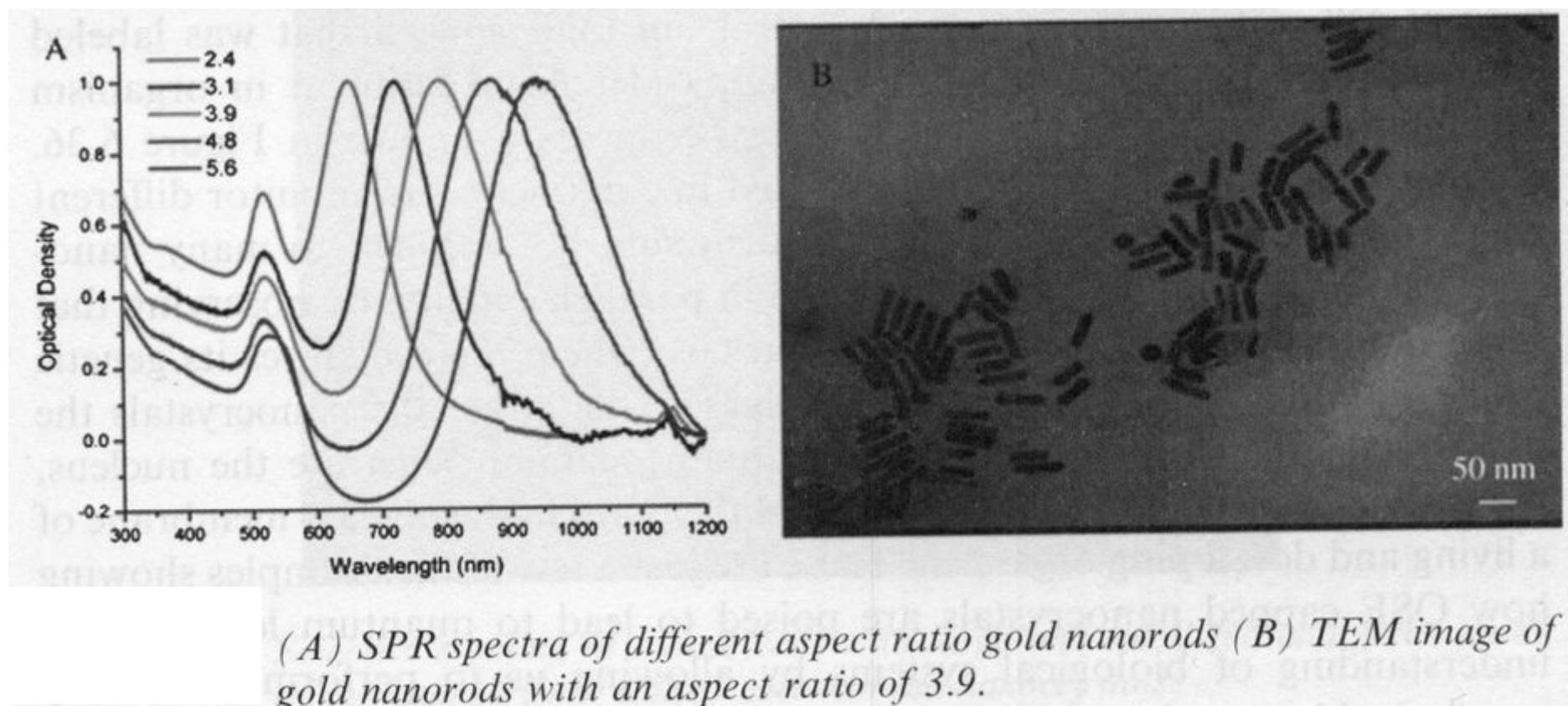
**Самоподобие
пространственно упорядоченных массивов
сверхкластеров наночастиц PbSe
размером ~ 2 нм в оболочке олеиновой кислоты**



«Богатство гнома (В.В.Китаев, Канада)»

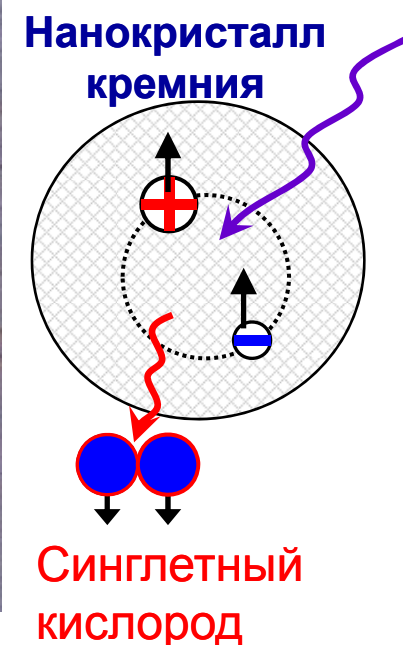


Поверхностный плазмонный резонанс золотых стержней



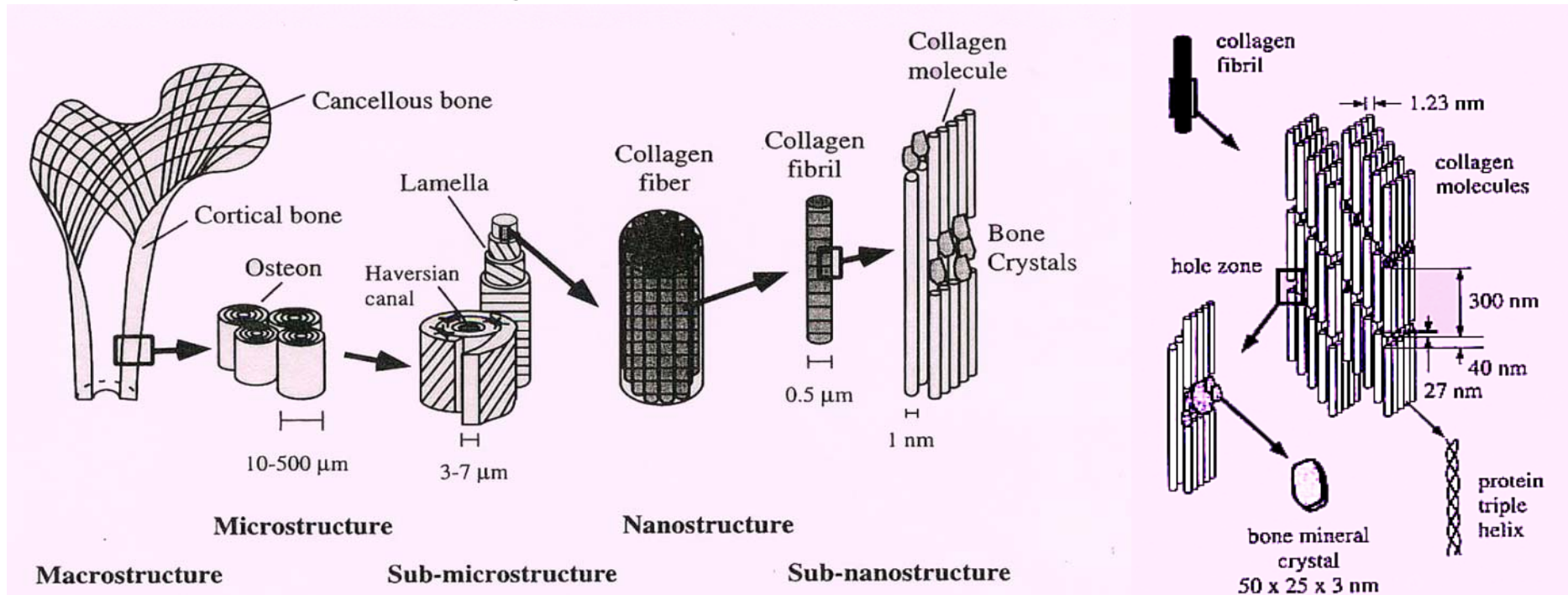
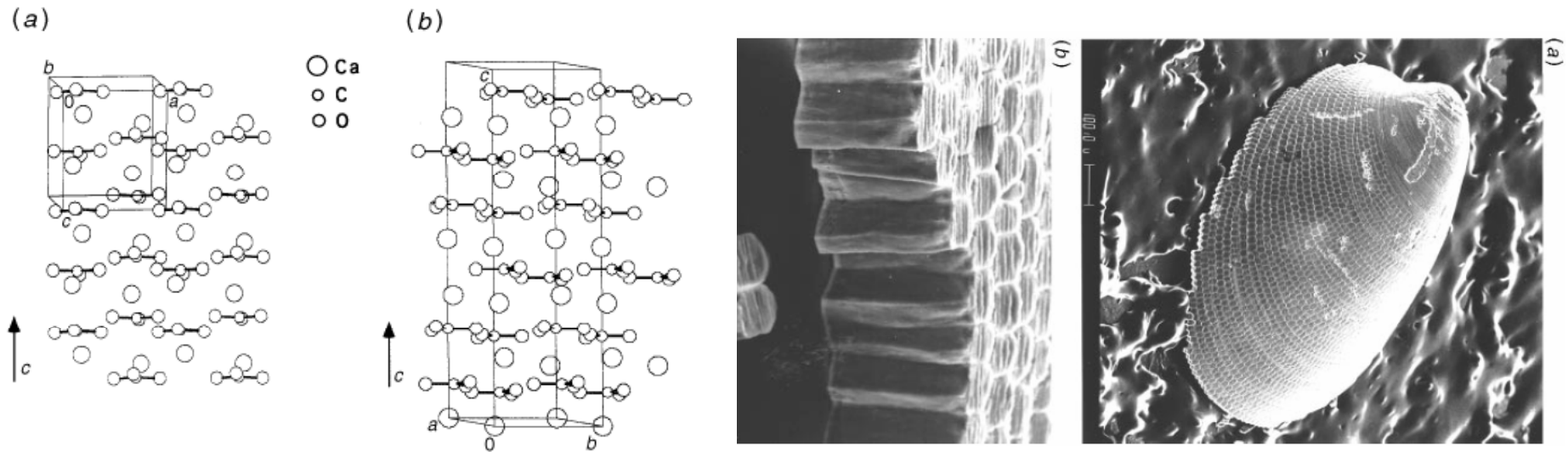
In vivo эксперименты (Si)

В кооперации с Московским Научно–Исследовательским онкологическим институтом им. П.А. Герцена, группа чл.-корр. РАМН проф. И. В. Решетова

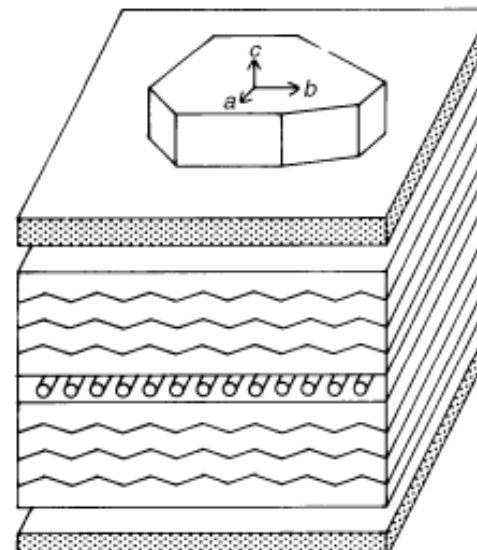
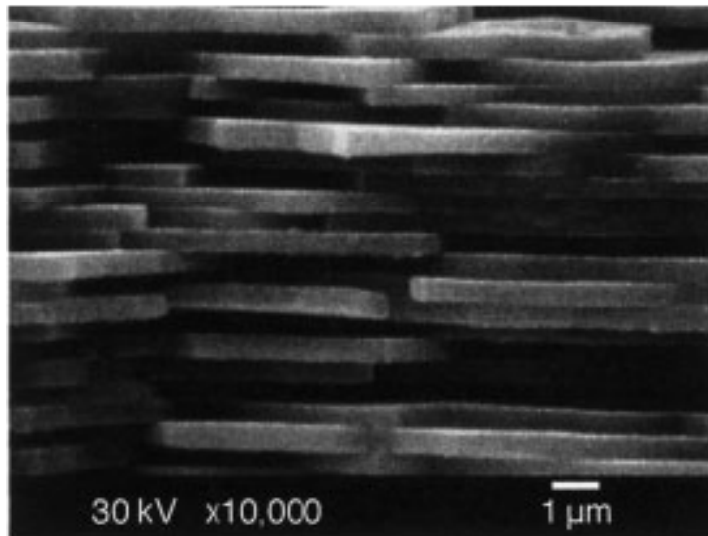






- 1) Препарат может проникать в клетки, но не приводит к заметному некрозу в темновых условиях.
- 2) Активность препарата коррелирует со степенью его проникновения в клетки и наличием освещения, что указывает на протекание внутриклеточных фотохимических реакций.

Биоматериалы



Жемчуг



-  ARAGONITE CRYSTAL
-  ACIDIC MACROMOLECULES
-  SILK-FIBROIN-LIKE PROTEINS
-  β -CHITIN FIBRILS

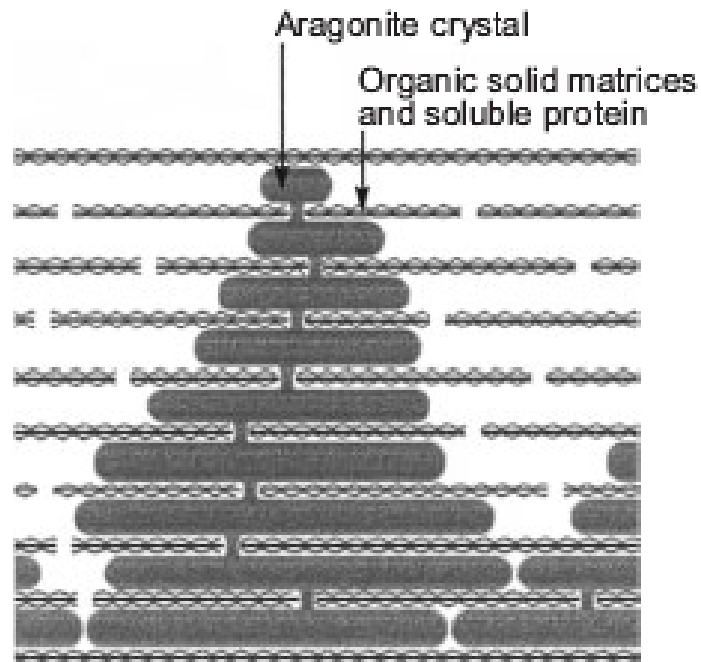
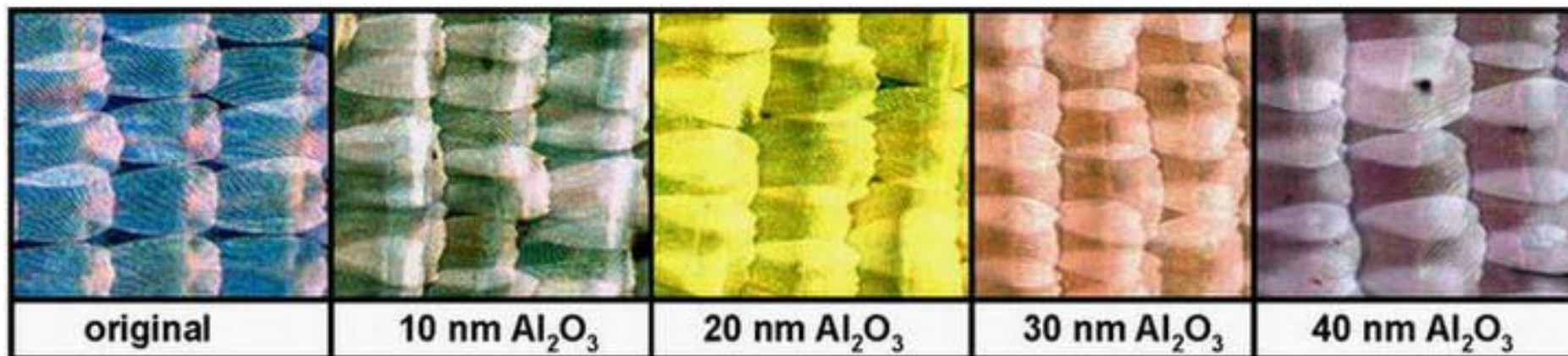
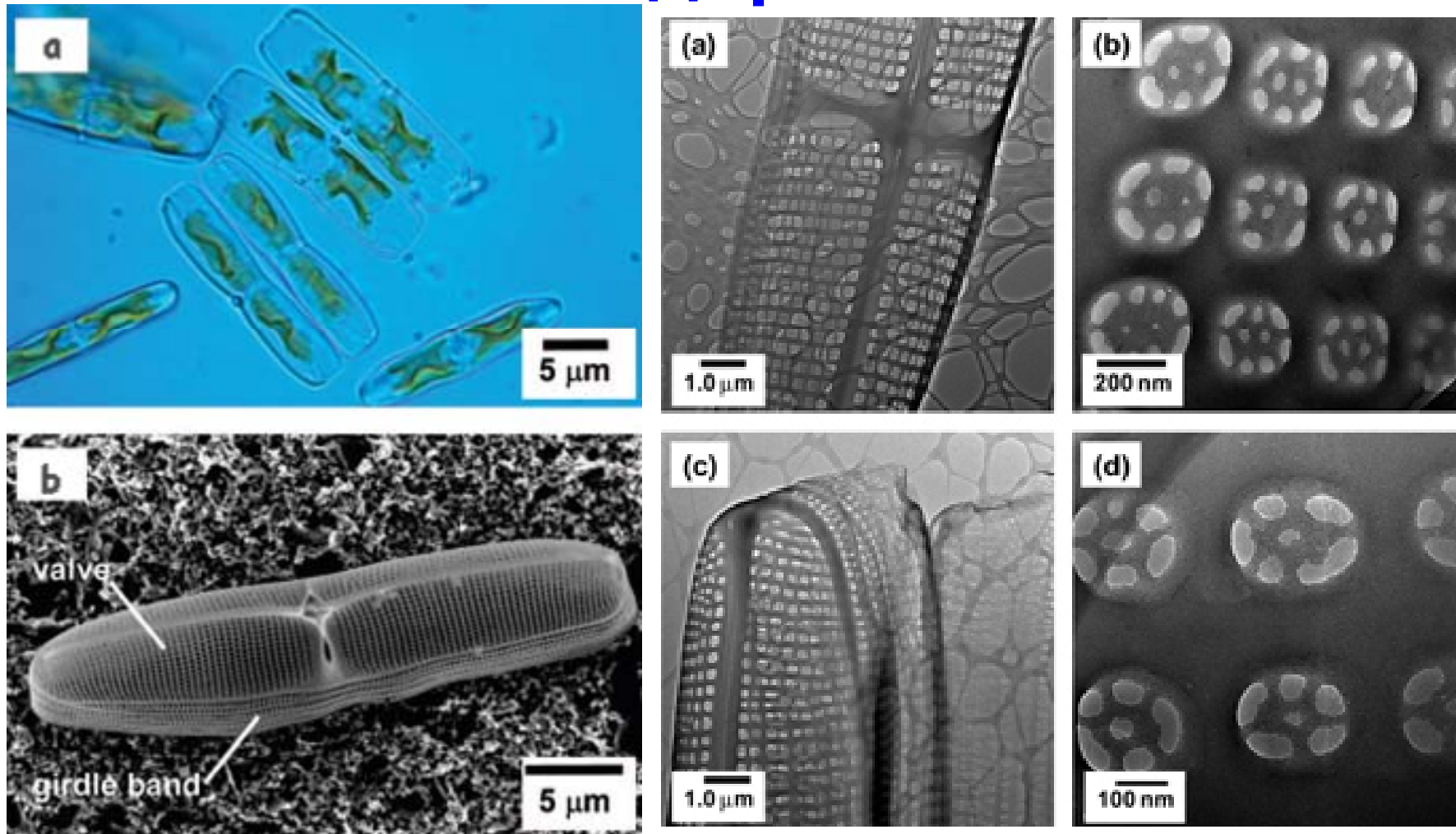


Fig. 4. SEM image showing half of an equatorially notched fluorapatite-gelatin spheroid. Scale bar is 10 μ m. Reproduced with permission from *Chemistry of Materials* [30]. Copyright 2001 American Chemical Society.

Крылья бабочки - шаблон

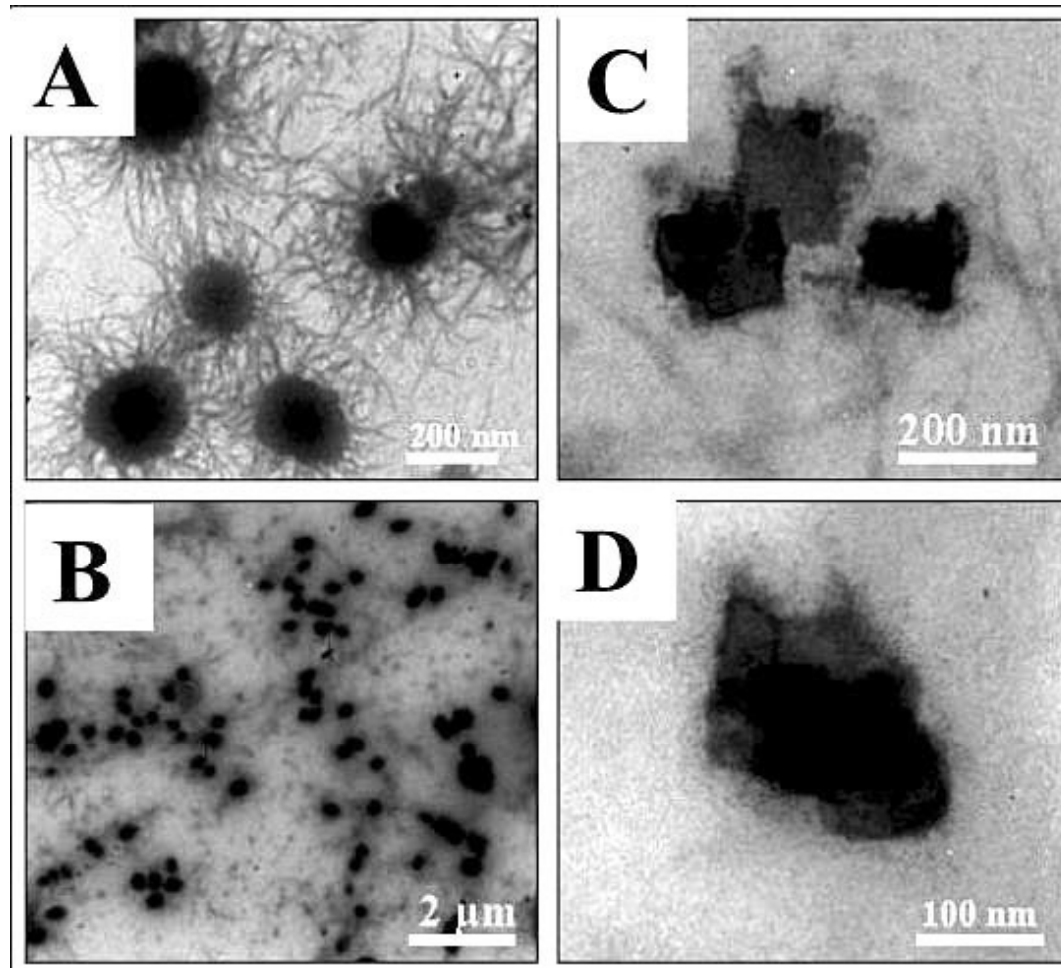


Водоросли



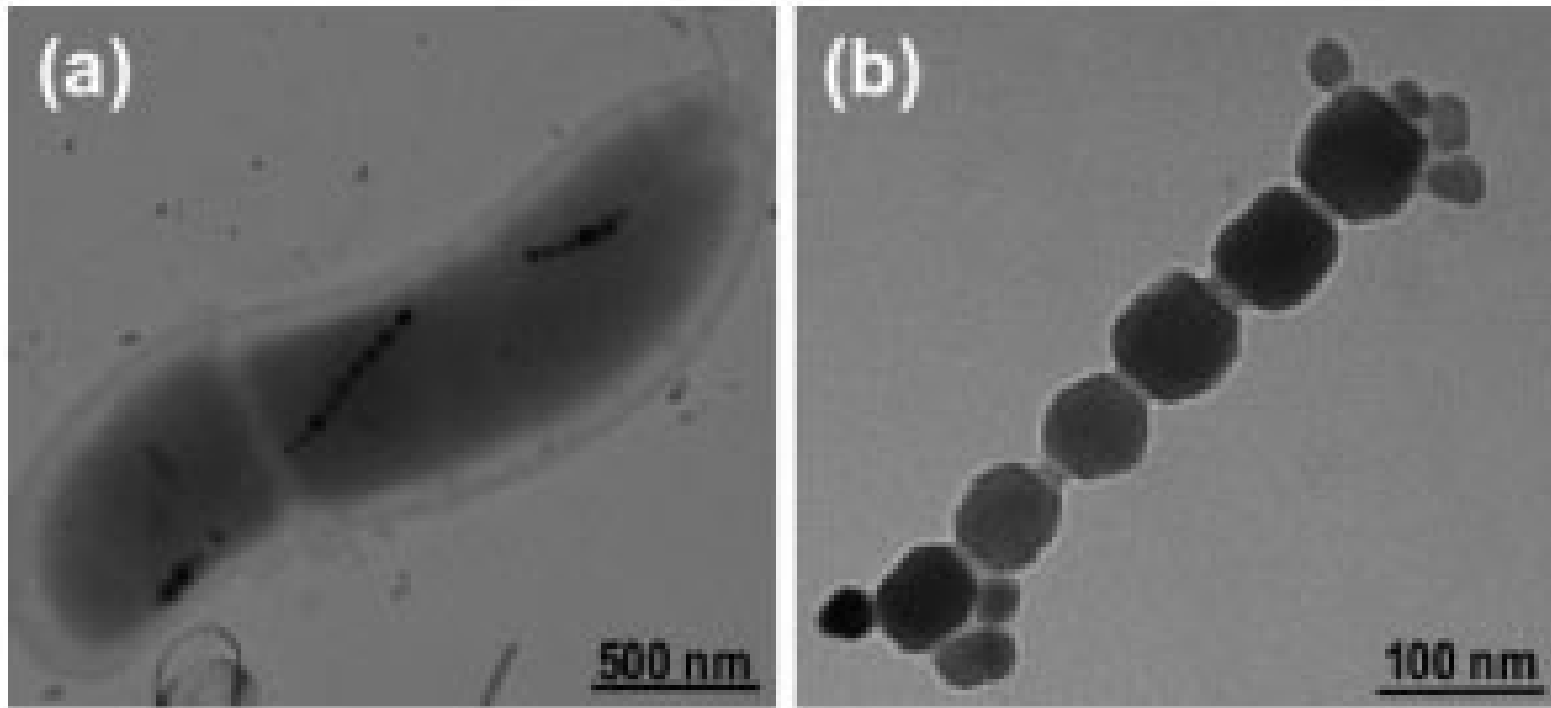
- Изображения панциря одноклеточной водоросли *Pinnularia* sp. из группы диатомовых водорослей : (a,b) контрольные клетки, выращенные в отсутствие титана; (c,d) панцири клеток, содержащие биогенный диоксид титана.

Грибы



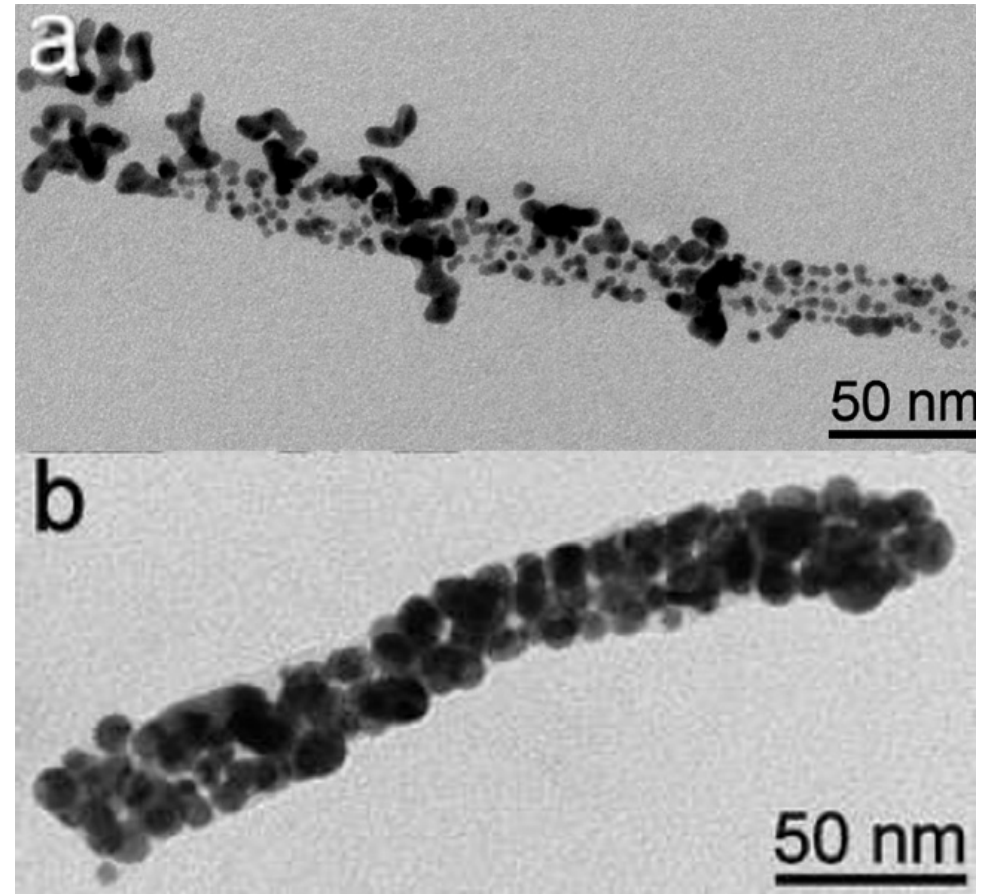
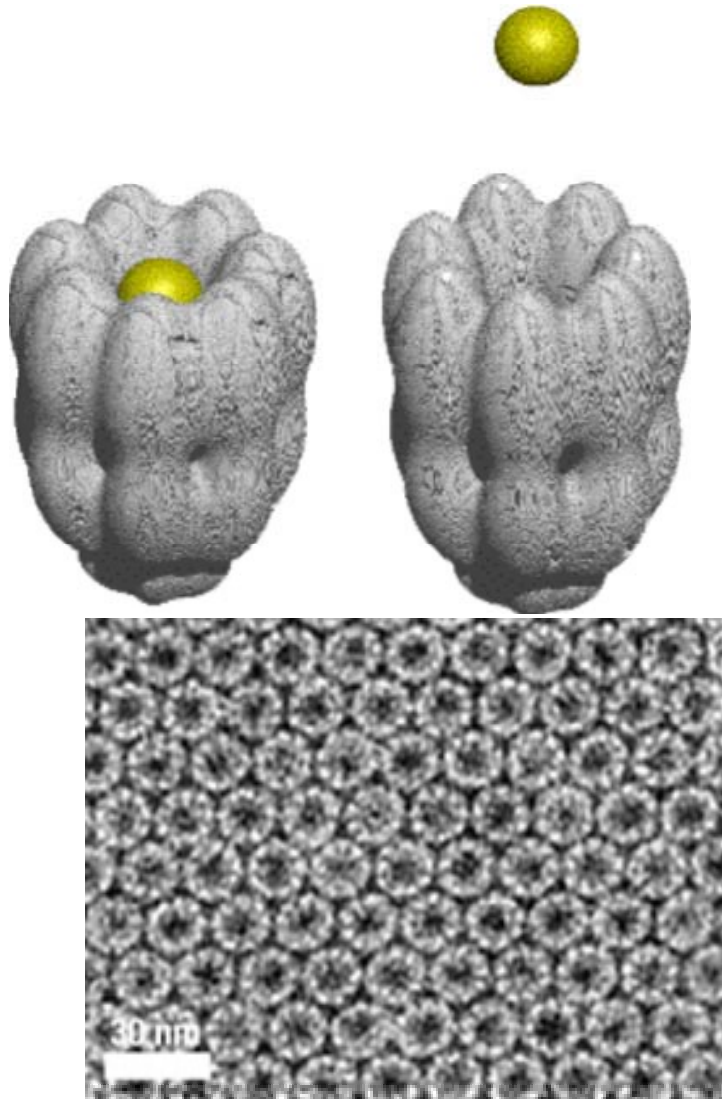
- Синтез с участием биомассы грибов BiMnO_3 . Для проведения «биопомола» грибы культивировали в течение 4 суток при температуре 50°C при pH 9 (слабощелочная среда), после чего они были выделены и суспензированы в водной суспензии BiMnO_3 .

Бактерии



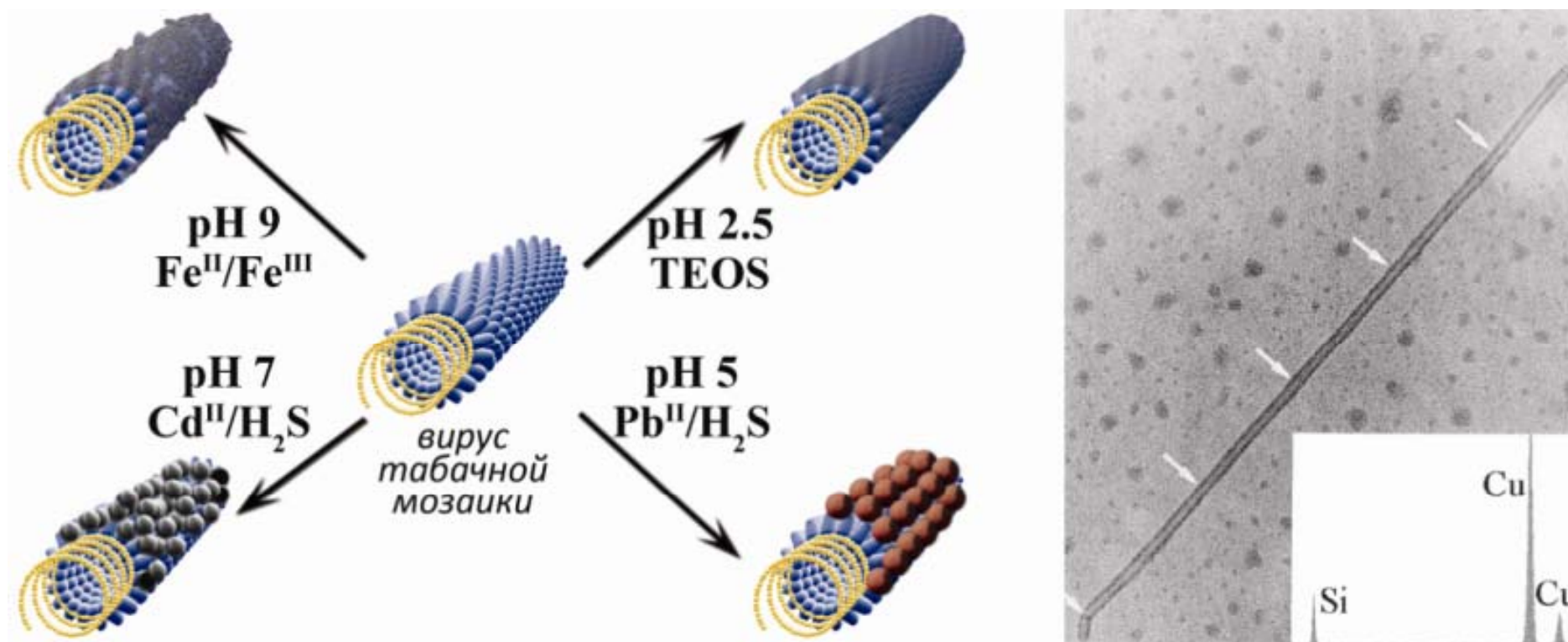
- (a) *Magnetospirillum magneticum* с цепочками магнитосом внутри; (b) нанокристаллы магнетита, соединенные фосфолипидной мембраной.

Вирусы



- Изображение ПЭМ нанопроводов, полученных из вируса табачной мозаики и золотых наночастиц: (a) при одностадийном процессе форма и размеры золотых частиц весьма разнообразны; (b) при использовании улучшенной методики после пяти циклов восстановления образуются нанопровода с плотно прилегающими друг к другу и к вириону одинаковыми наночастицами золота.
- Молекулярные шаперонины – большие белковые комплексы, у которых имеется внутренняя полость, в определенных условиях они способны формировать ленты и двумерные массивы с высокой степенью упорядоченности.

Сборка на вирусах



Цепочечные наноструктуры на основе вируса табачной мозаики и микрофотография нанотрубки SiO_2 сформированной вокруг вируса.

= темлатный синтез

Яичный белок

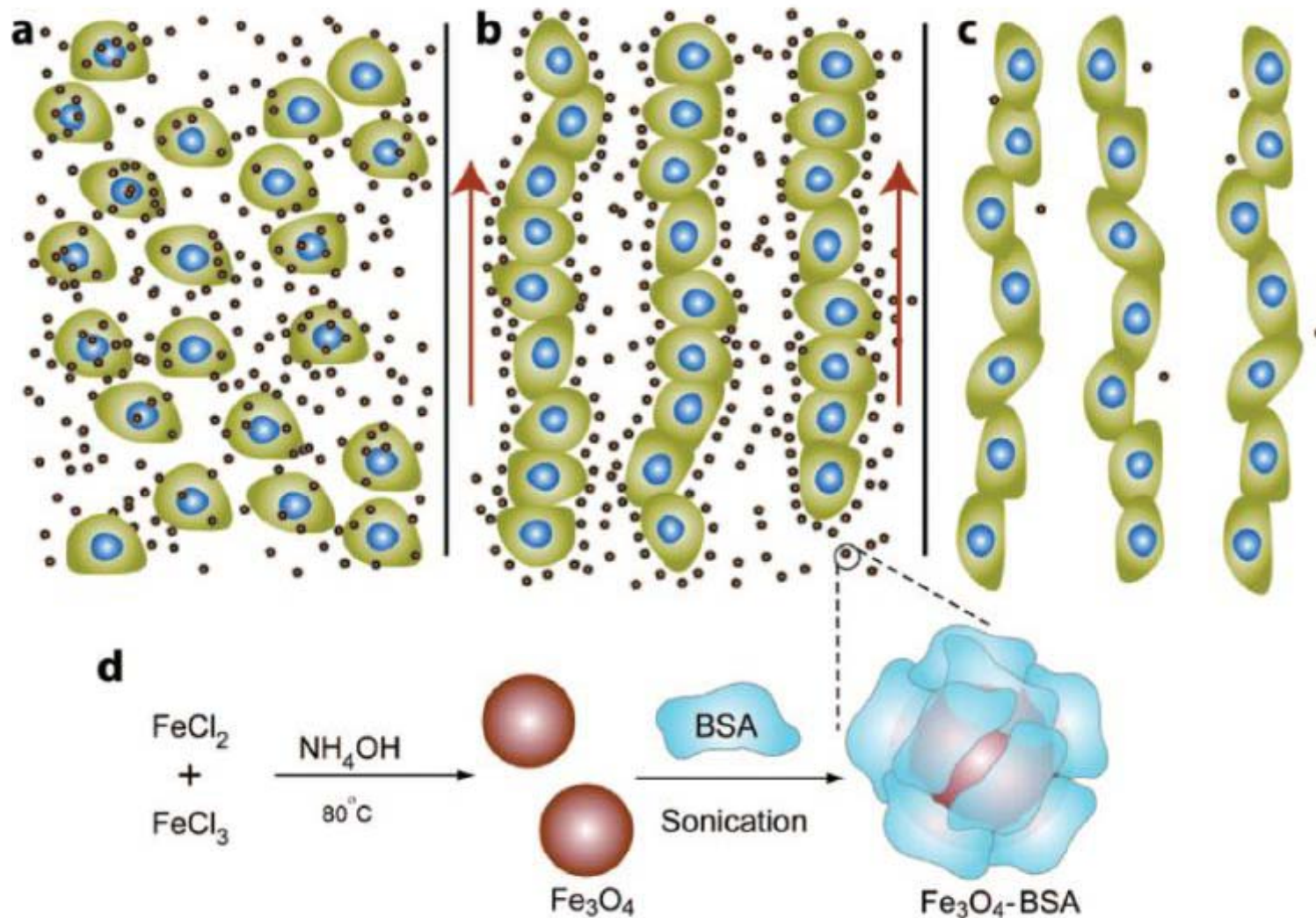
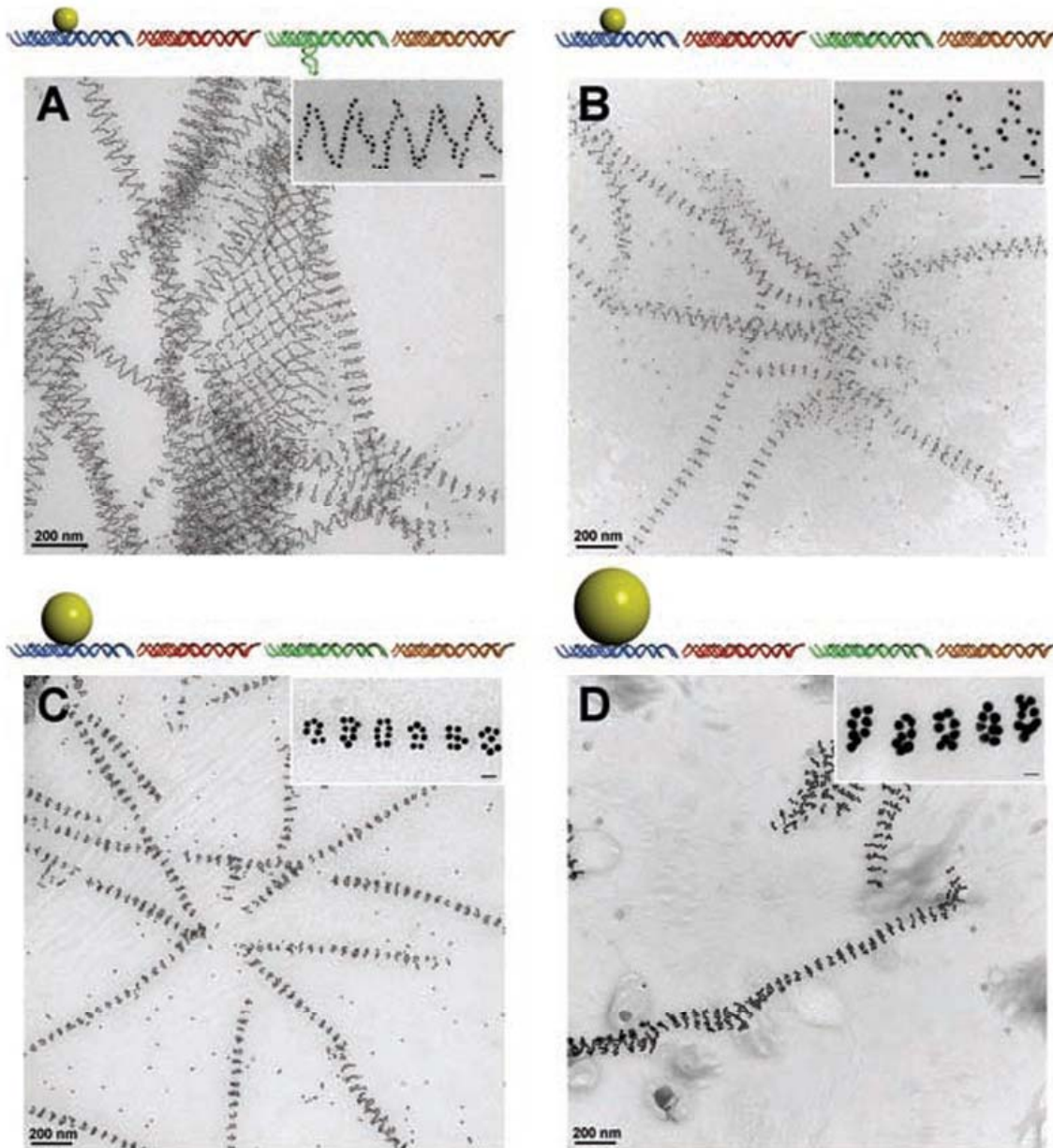


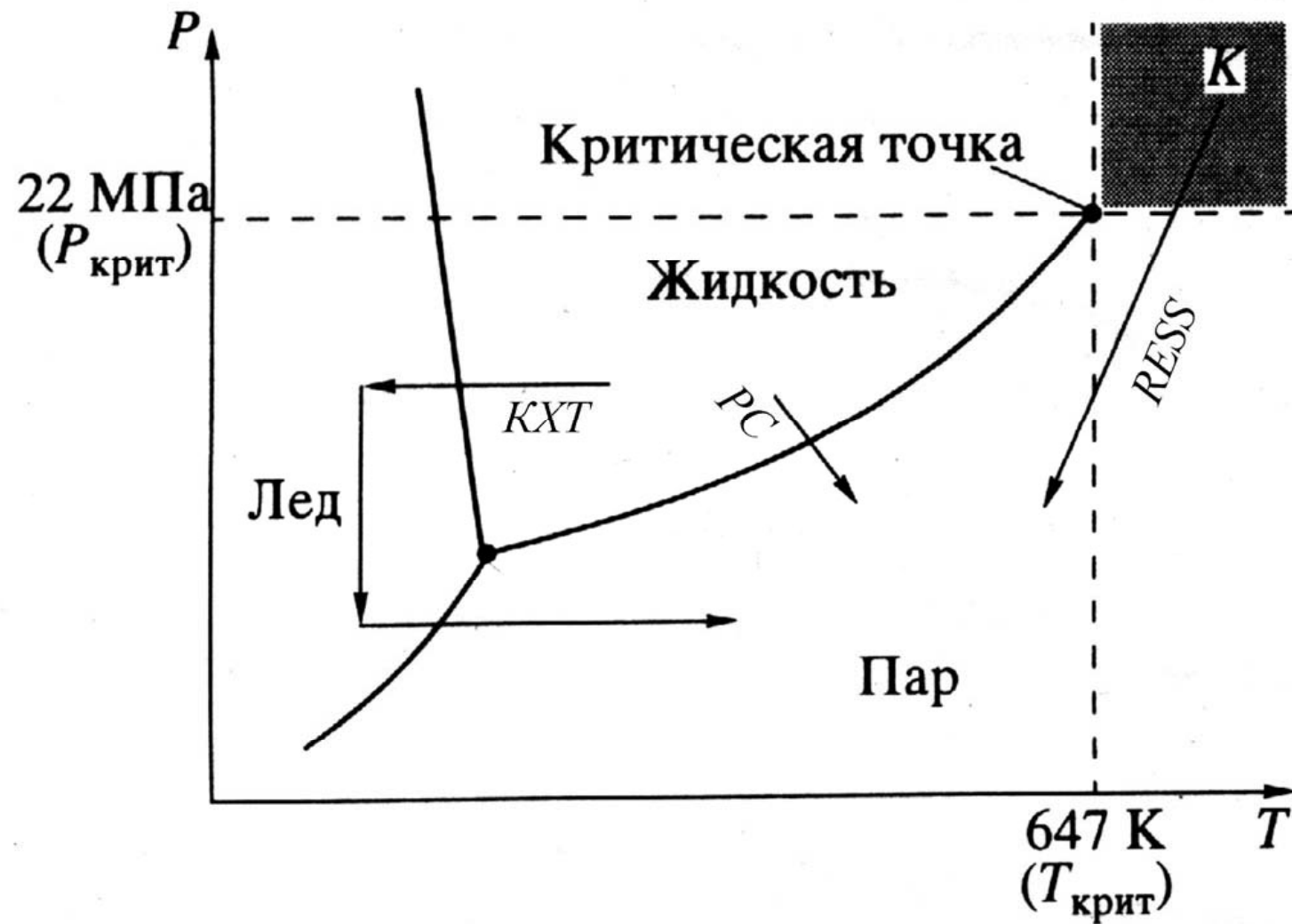
Схема формирования клеточных цепочек. Под действием внешнего магнитного поля клетки выстраиваются в линейные цепочки (b), которые сохраняют свою структуру и после удаления внешнего поля и магнитных частиц (c).

ДНК

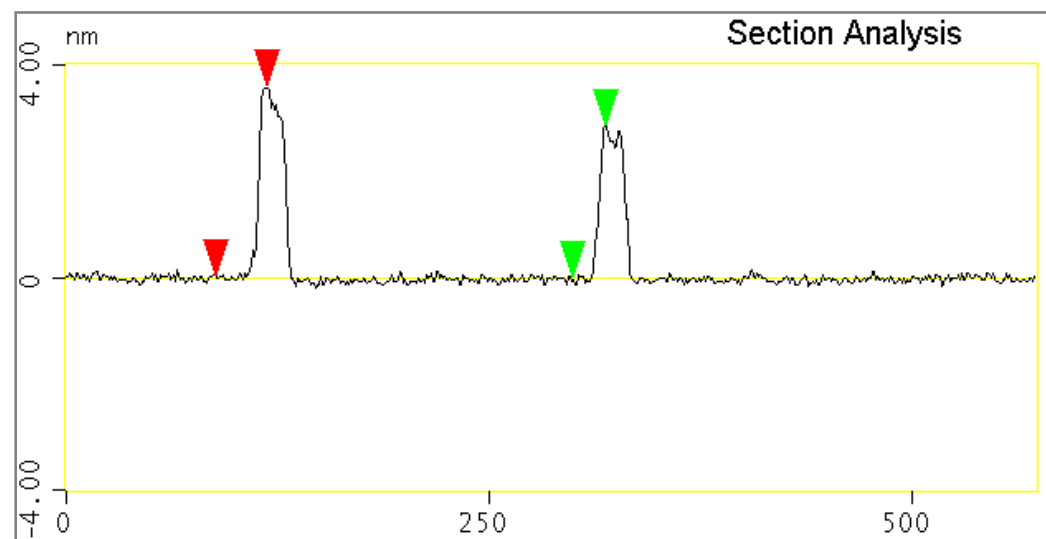
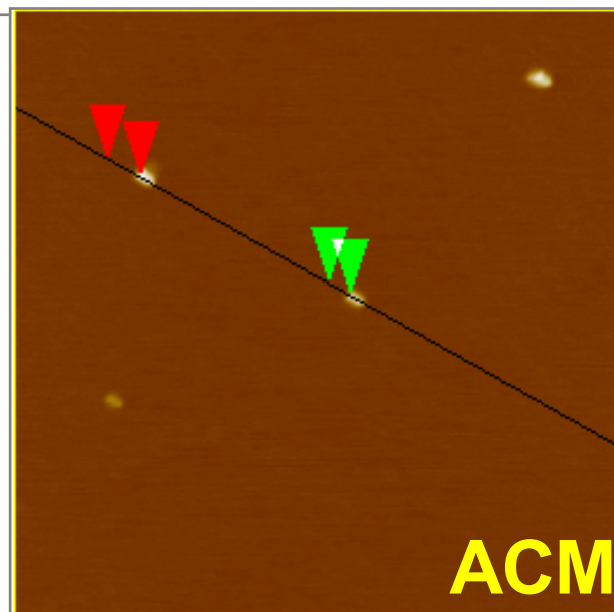
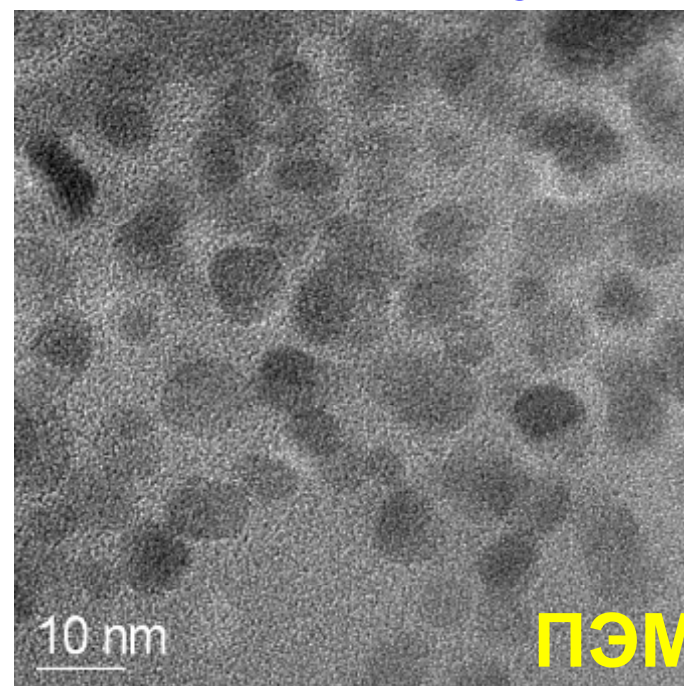
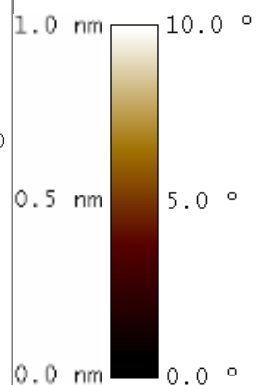
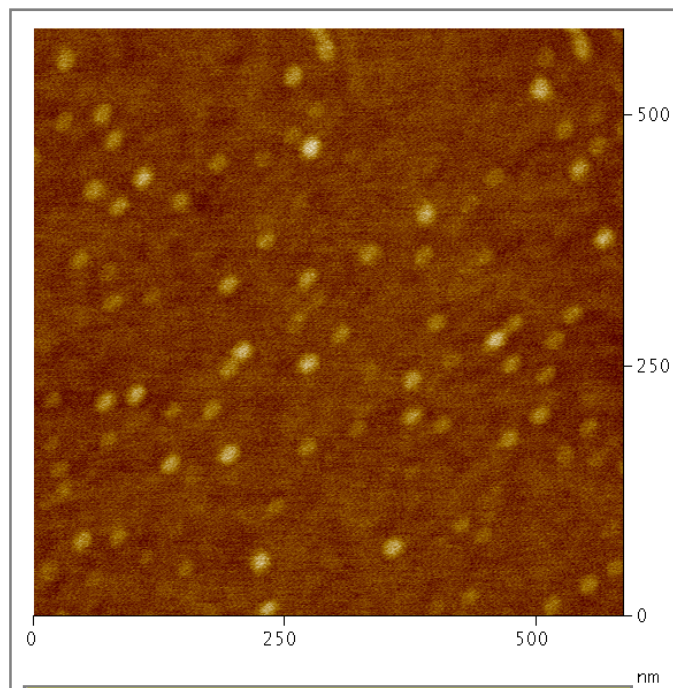


- Влияние размеров наночастиц и структуры мономерных блоков на итоговый вид нанотрубки (ПЭМ).

Методы химической гомогенизации



Магнитные наночастицы Fe_2O_3



Нанобиочастицы

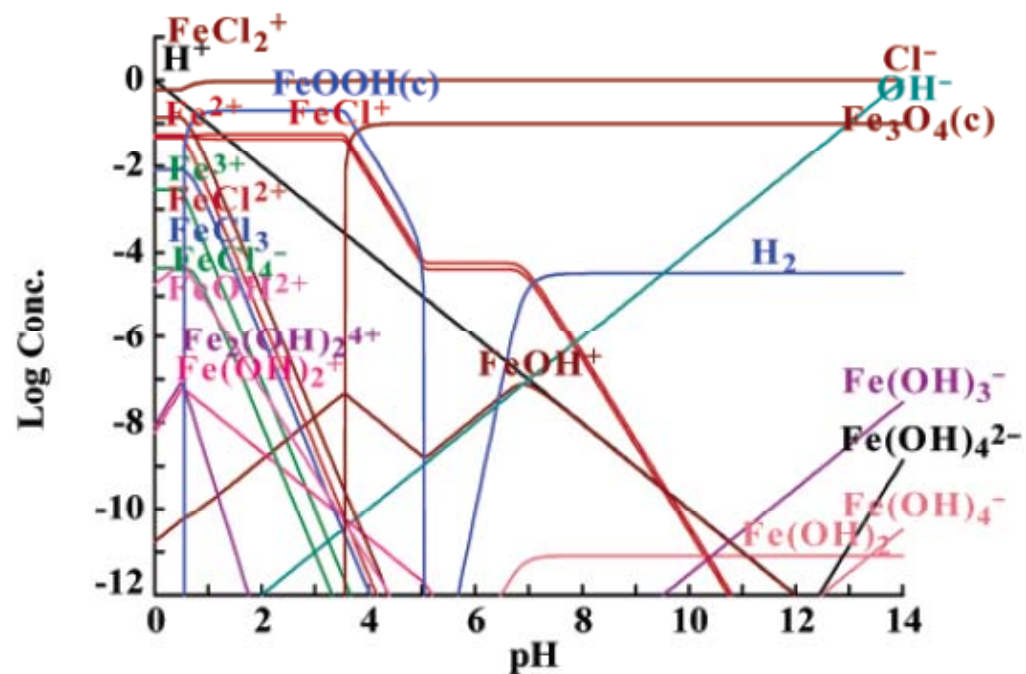
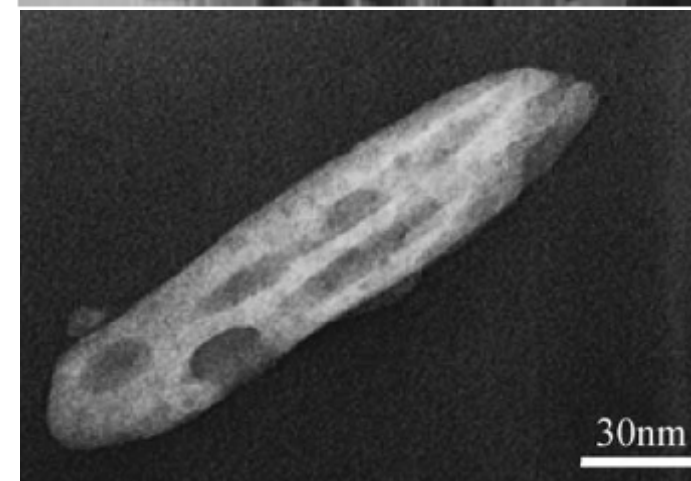
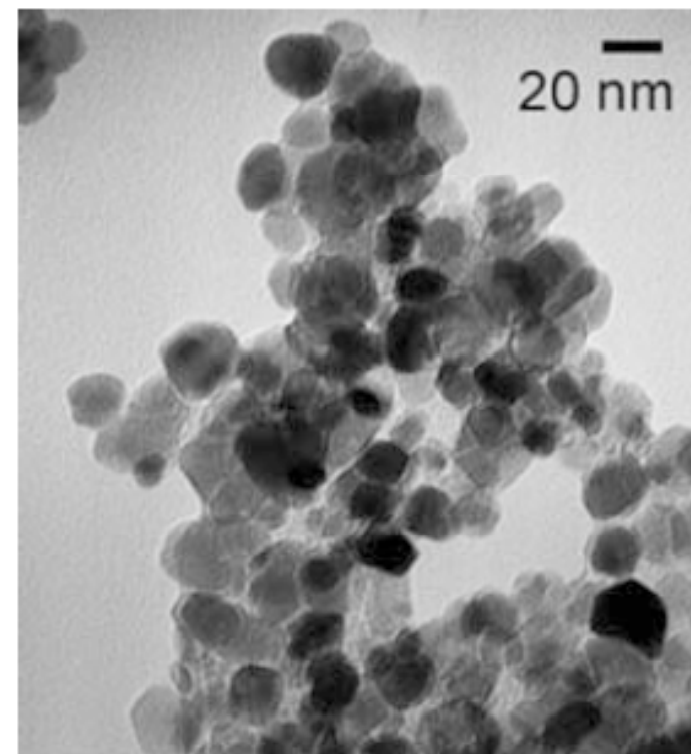
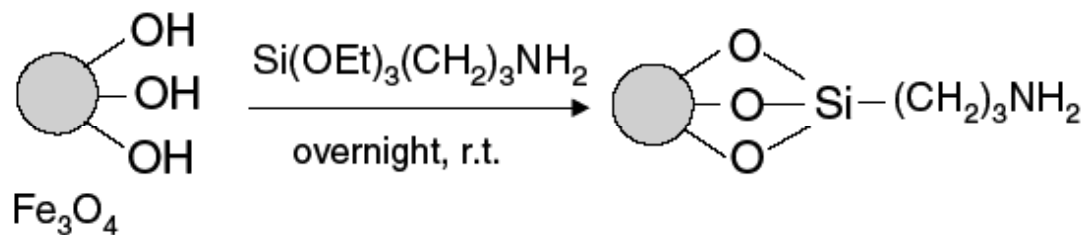
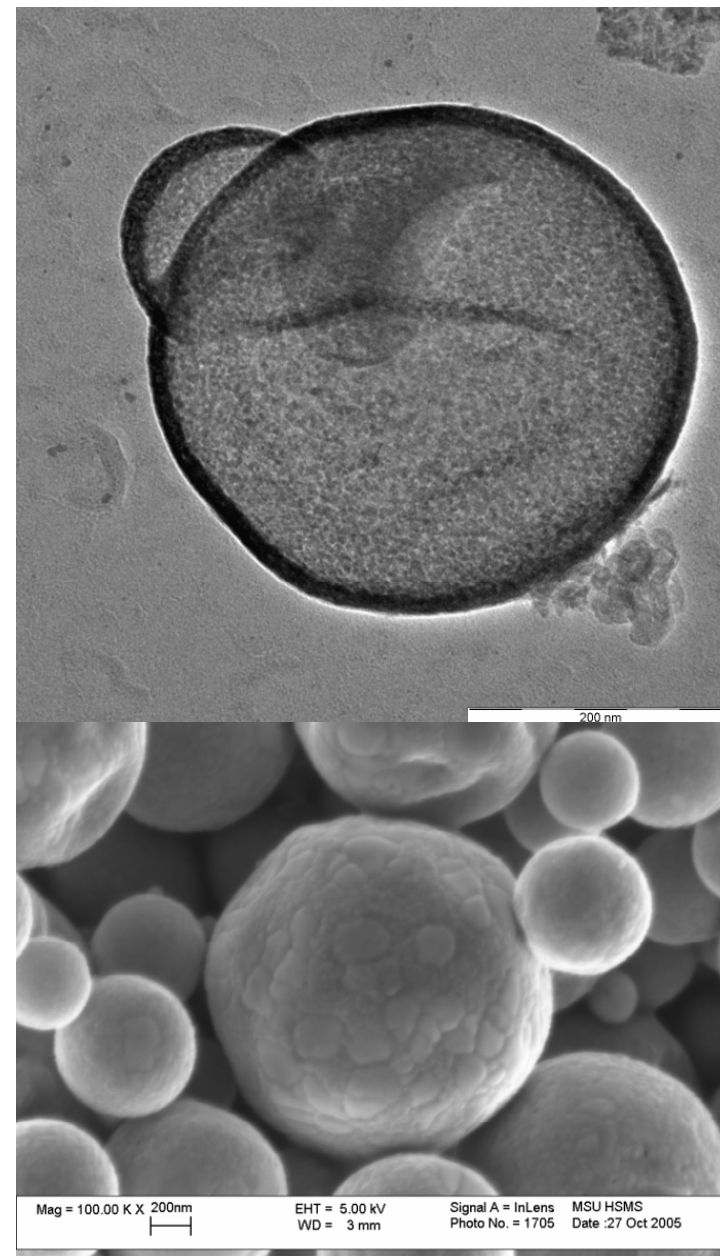
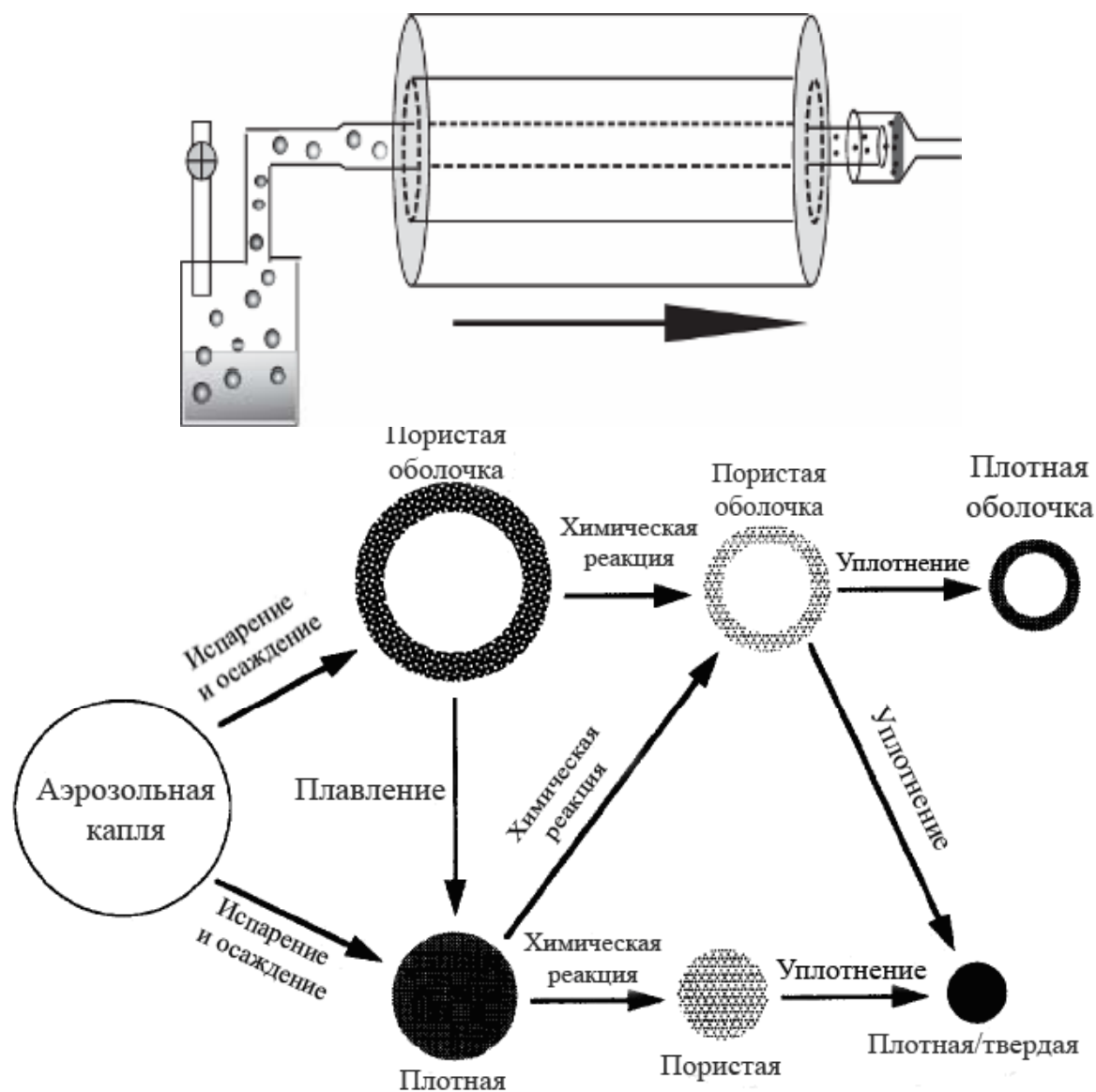


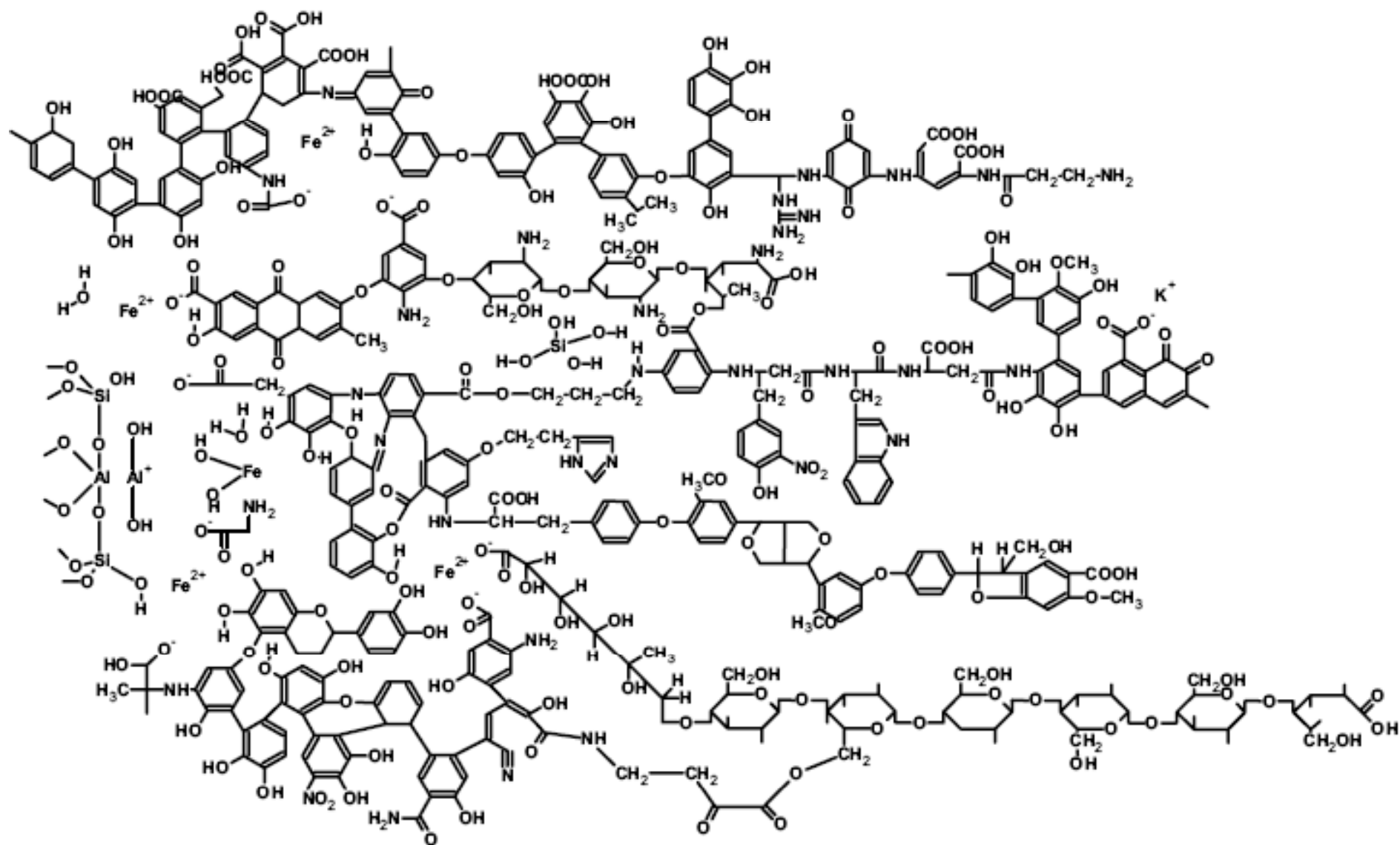
Figure 2. Thermodynamic calculations of the concentrations of all Fe^{2+} and Fe^{3+} species formed at different solution pHs. Initial conditions are $[\text{Fe}^{2+}] = 0.1 \text{ M}$, $[\text{Fe}^{3+}] = 0.2 \text{ M}$, and $[\text{Cl}^-] = 1.0 \text{ M}$.



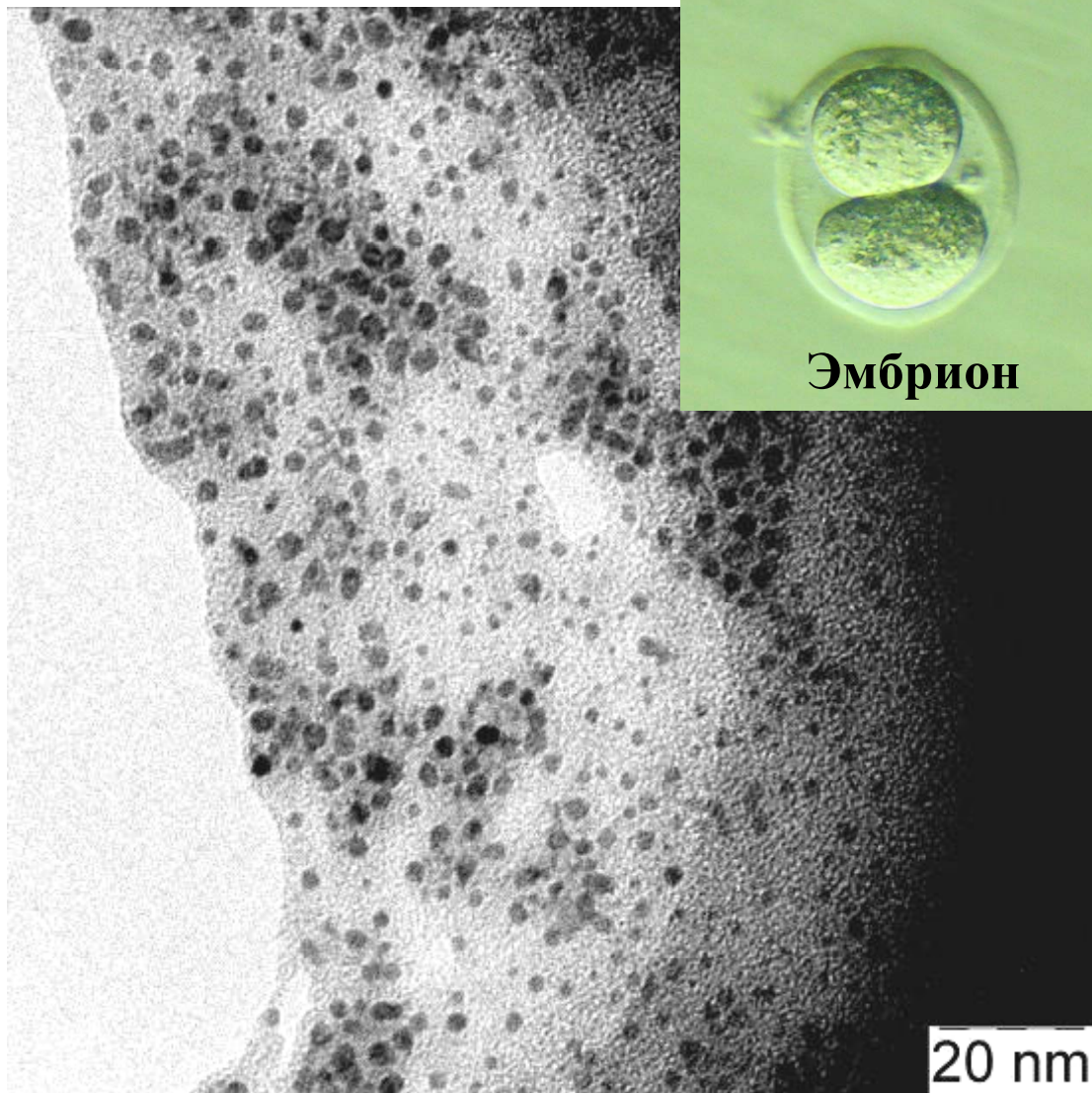
Пиролиз аэрозолей



Гуминовые кислоты



**Исследование путей создания
«умных» (магнитоуправляемых)
наноматериалов для применения в
биологии и медицине**



Эмбрион

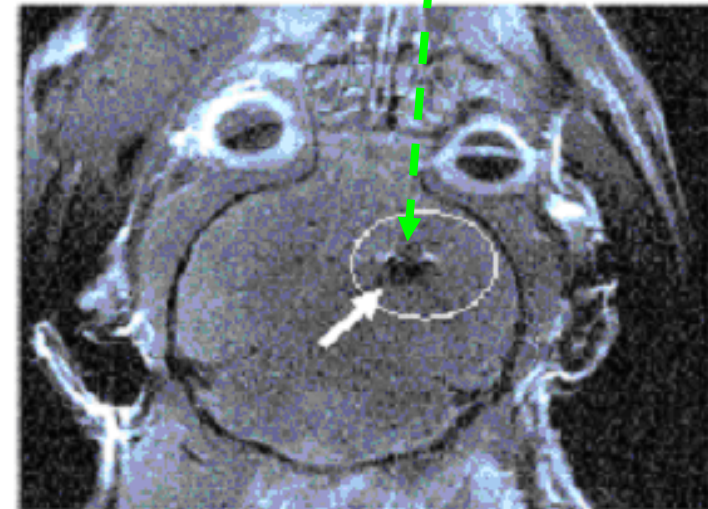
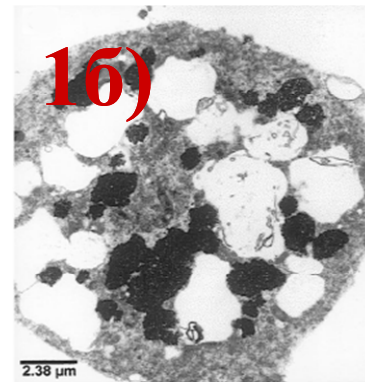
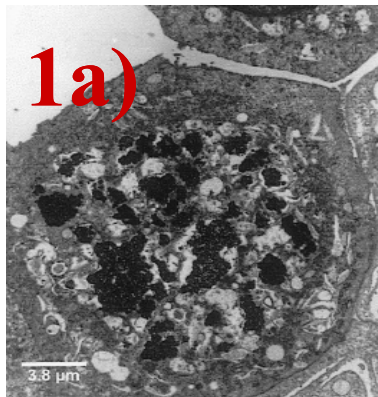
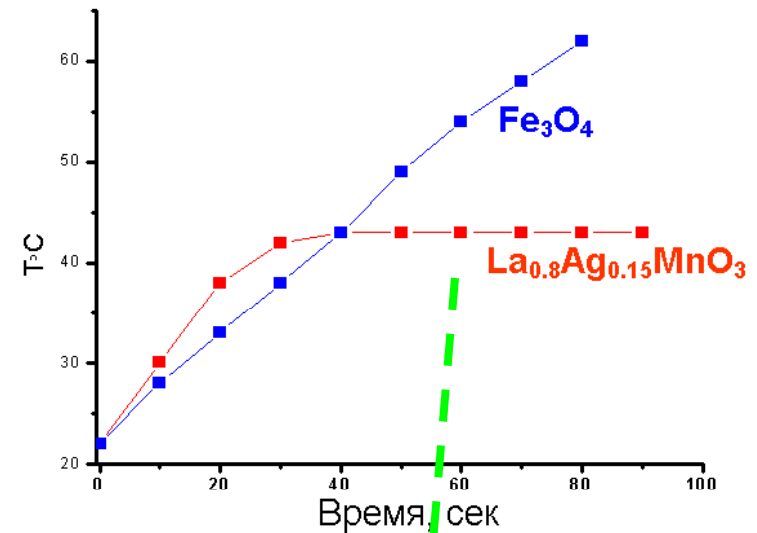
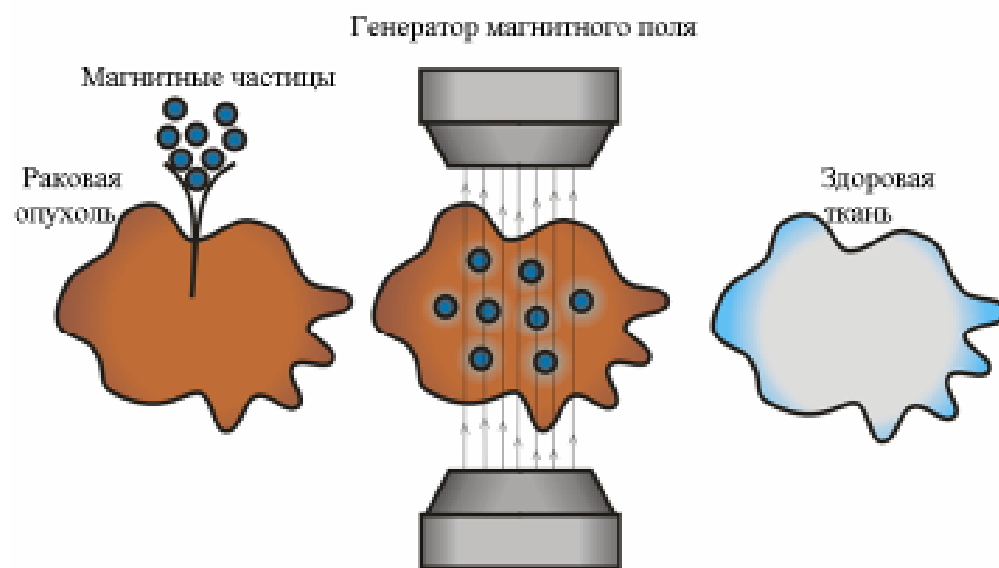


**Асп. А.Е.Чеканова с
магнитным биозолем**



Манганиты

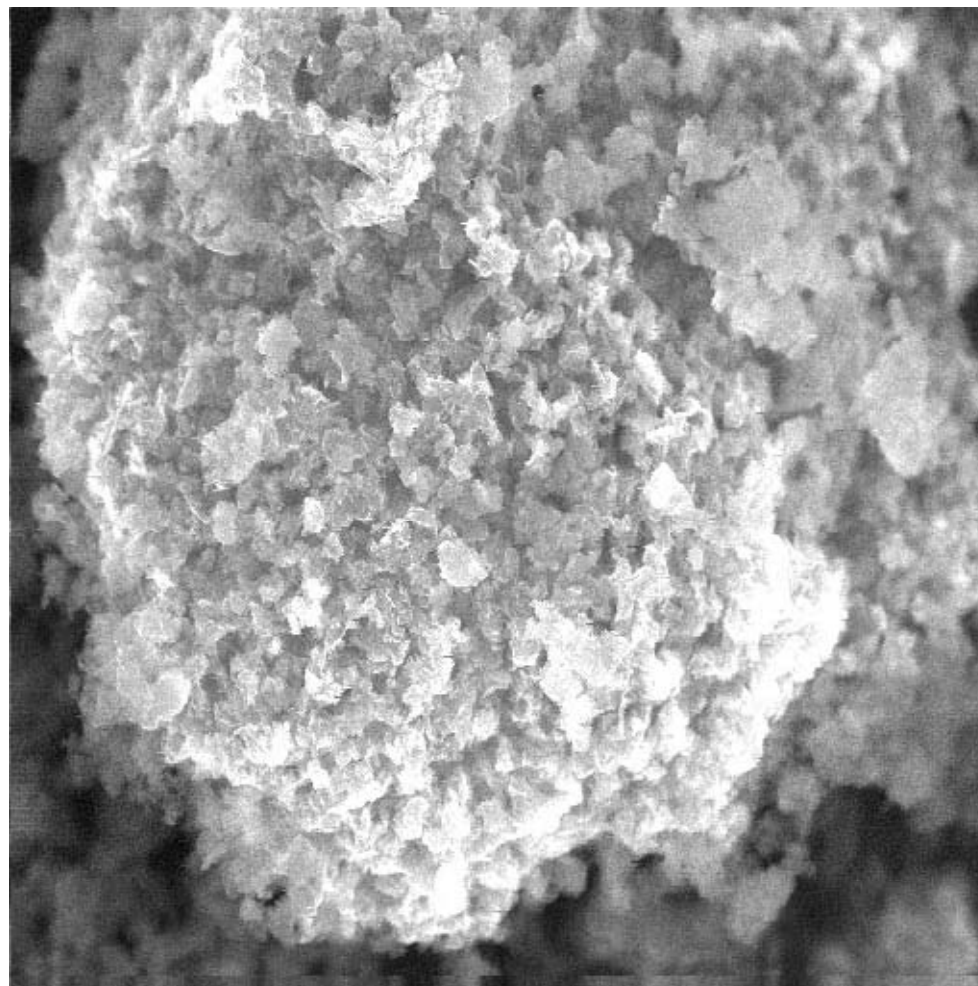
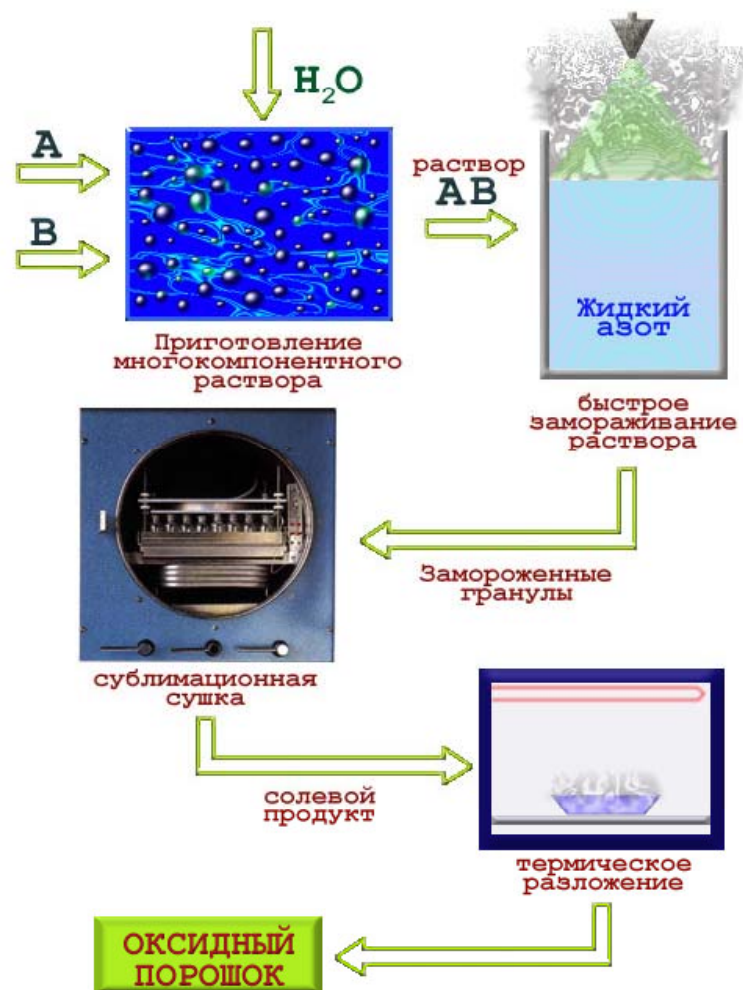
Гипертермия



Ткань молочной железы заражённая раком BT20 с введённой магнитной жидкостью: **1a)** до проведения гипертермии; **1б)** после гипертермии при 43° С в течение 60 мин. (выживаемость раковых клеток 10%)

Сублимационная сушка

СХЕМА КРИОХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

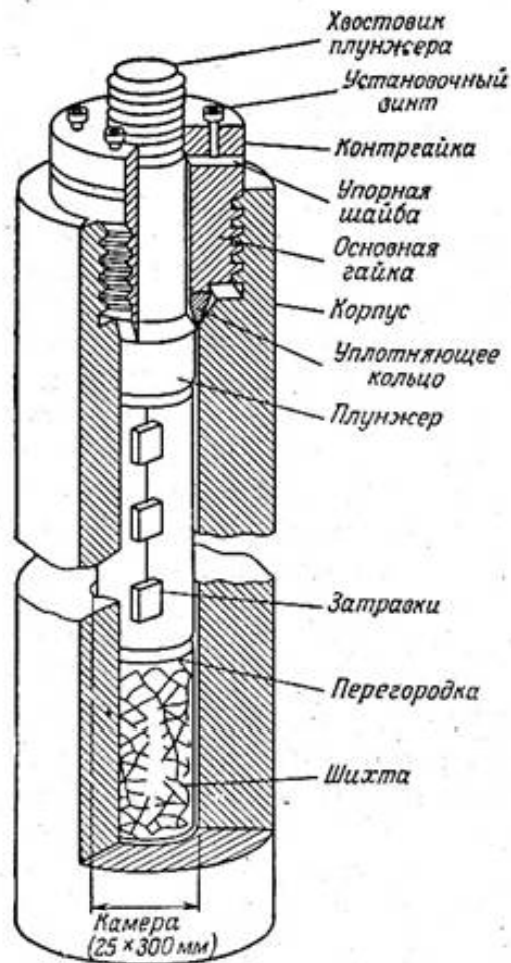


Гидротермальный метод

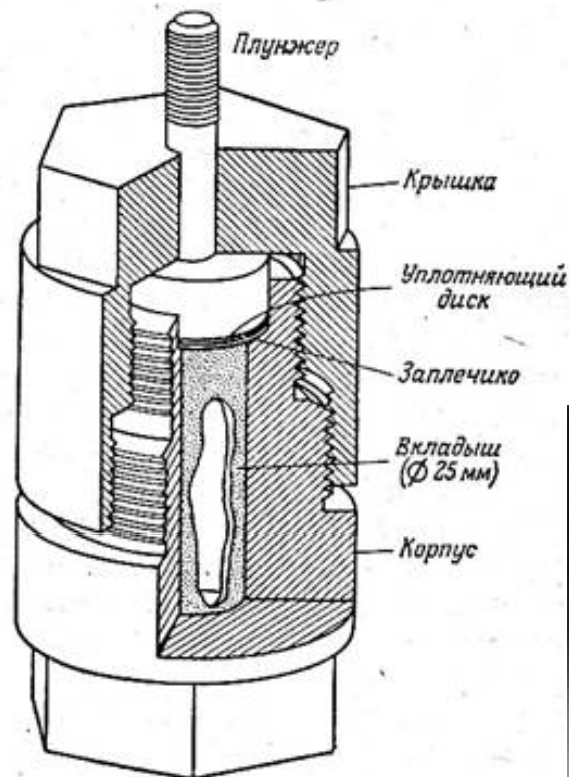
Выращивание
кристаллов пьезокварца

Получение SiO_2 , Al_2O_3 ,
 CaCO_3 , ZnO , ZnS ,
 CaMoO_4 ...

Минерализаторы: NaOH ,
 KCl



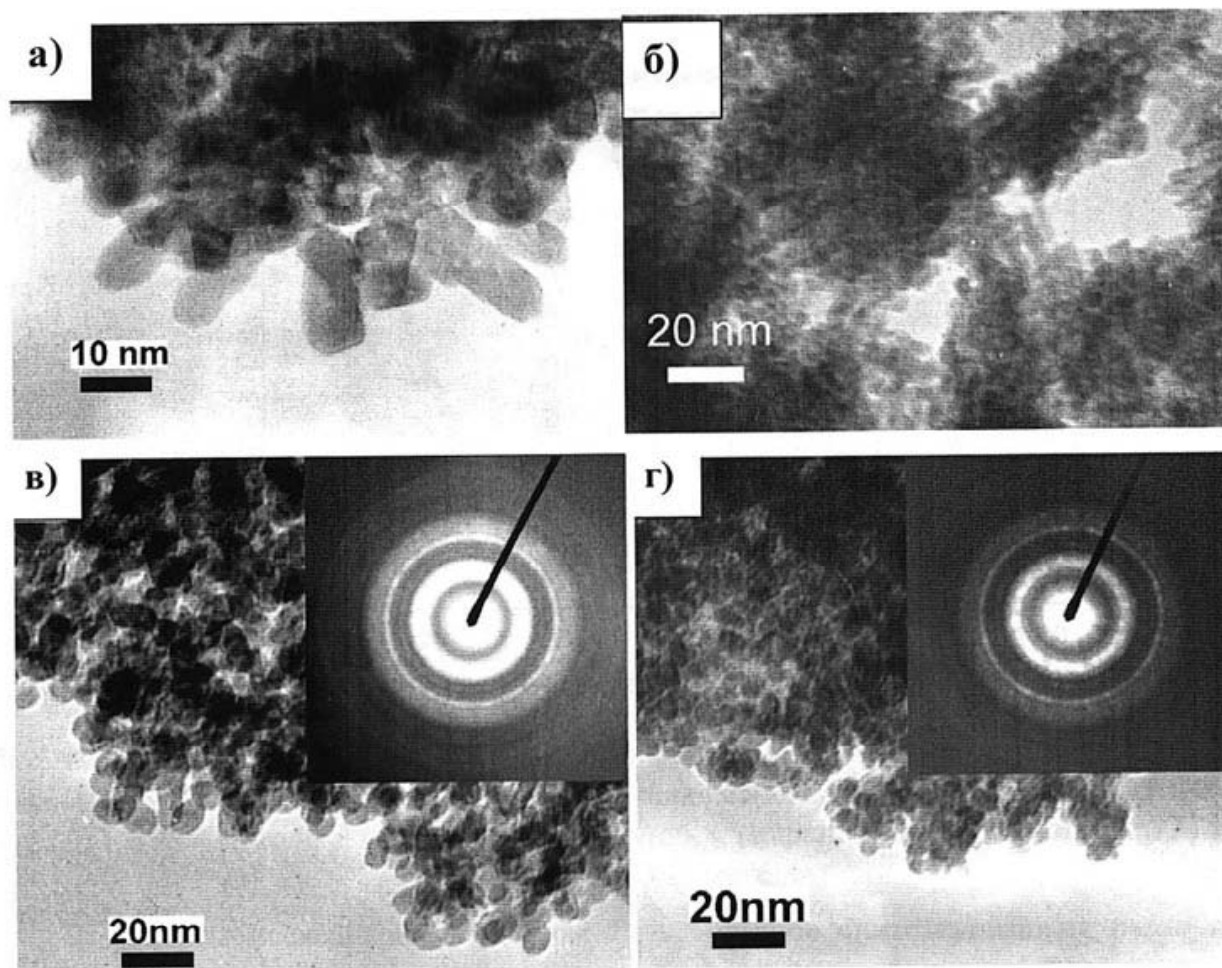
Фиг. 7.8. Модифицированный автоклав Бриджмена для выращивания кристаллов в гидротермальных условиях.



Фиг. 7.9. Автоклав Мори для выращивания кристаллов в гидротермальных условиях.

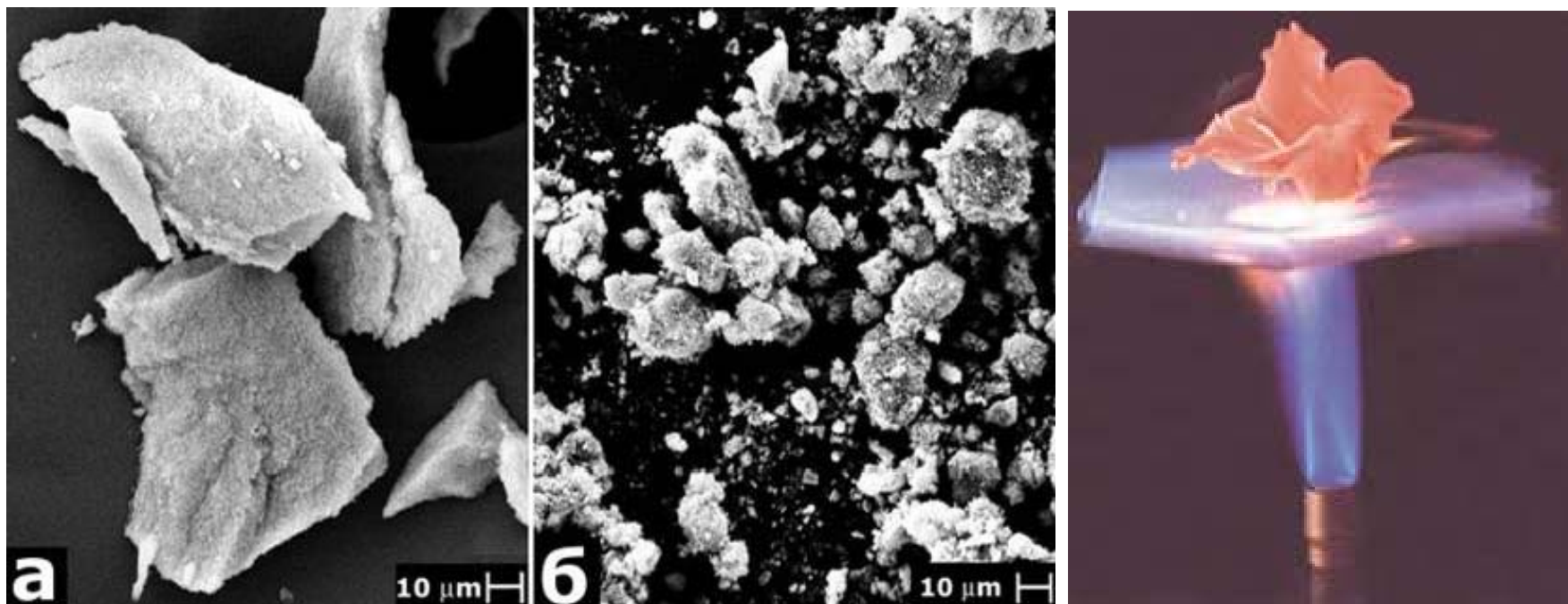


RESS (расширение сверхкритических растворов)



Электронные микрофотографии (ПЭМ) и данные электронной дифракции (на врезках (б и в) нанокристаллических порошков ZrO_2 , синтезированных из водных растворов нитрата циркония следующими методами: а) высокотемпературным гидролизом 0,25 М раствора ($T=523$ К, $\tau=6$ ч); б) высокотемпературным гидролизом 0,25 М раствора ($T=403$ К, $\tau=1$ ч); в) RESS-методом ($T=773$ К, $P=100$ МПа, $\tau=6-7$ с, 0,05 М); г) RTDS-методом ($T=623$ К, $P=100$ МПа, $\tau=4-6$ с, 0,05 М).

Аэрогели



Плотность	от 0,03 до 0,30г/см ³
Пористость	от 80 до 99%
Объём пор	от 4 до 14см ³ /г
Удельная поверхность	от 400 до 900м ² /г
Средний размер частиц	от 4 до 6нм

Области применения и назначения

Теплоизоляторы, газовые фильтры, в черенковских детекторах для регистрации заряженных частиц высоких энергий, в промышленности в качестве промежуточного продукта синтеза носителей, катализаторов, высокоомогенных стекол, стекловолокон

Золь-гель метод

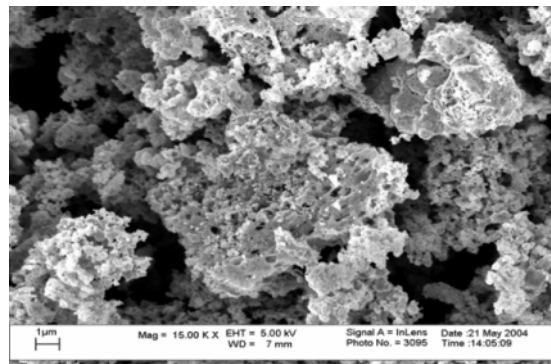
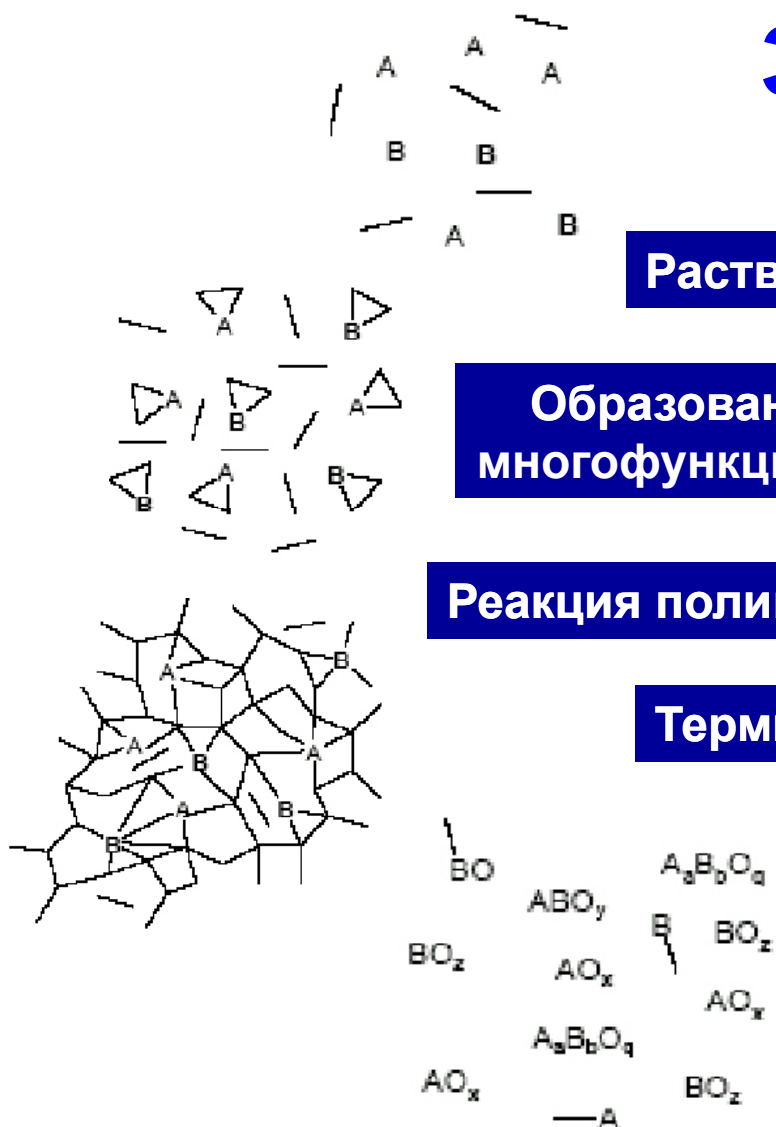
Раствор солей металлов

Образование хелатных комплексов металлов с
многофункциональными органическими кислотами

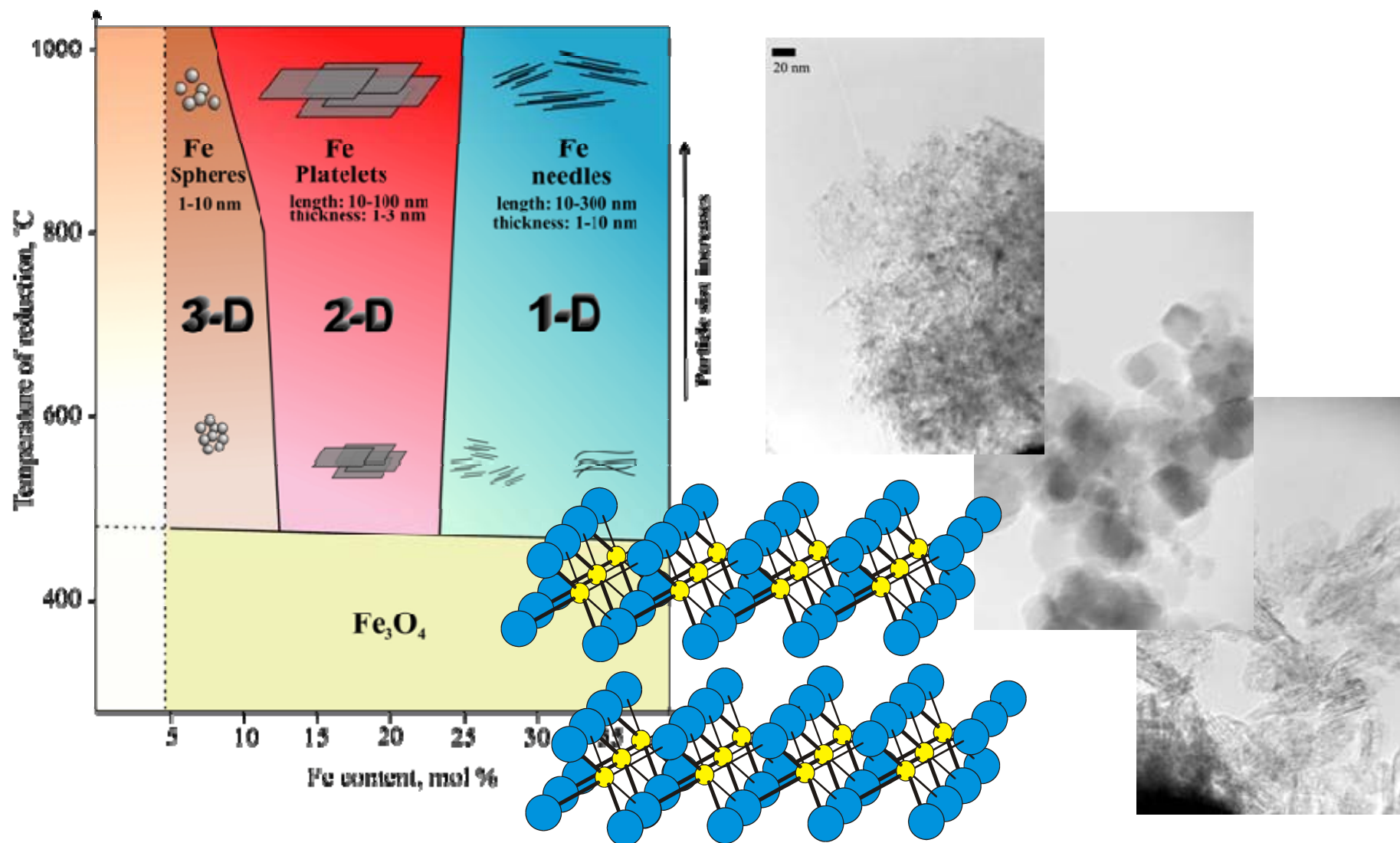
Реакция полимеризации с многоатомными спиртами

Термическое разложение

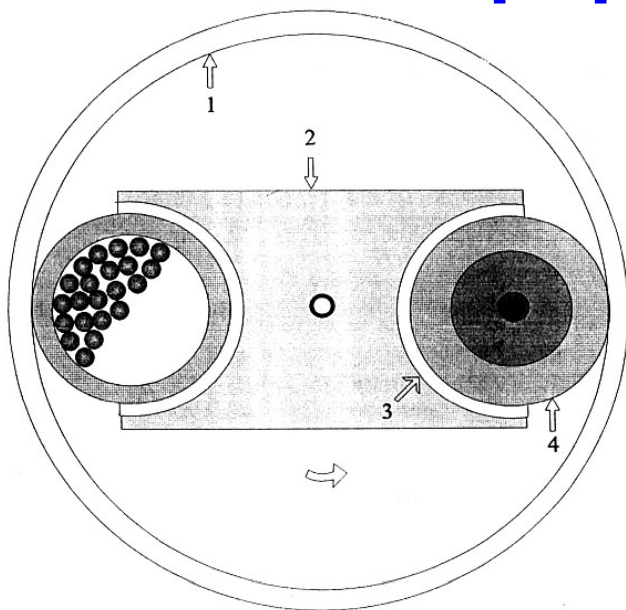
Получение материалов



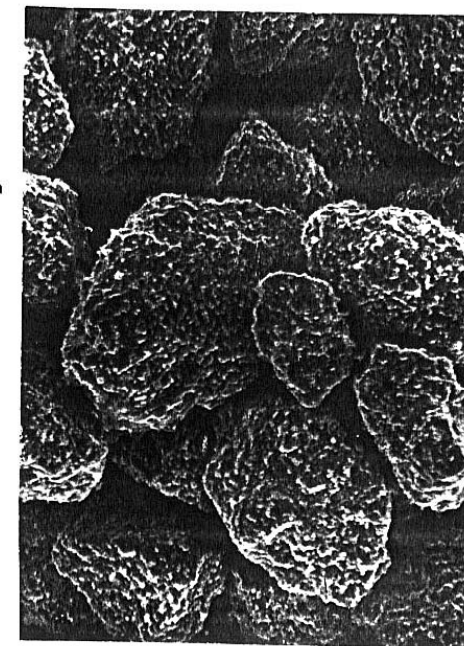
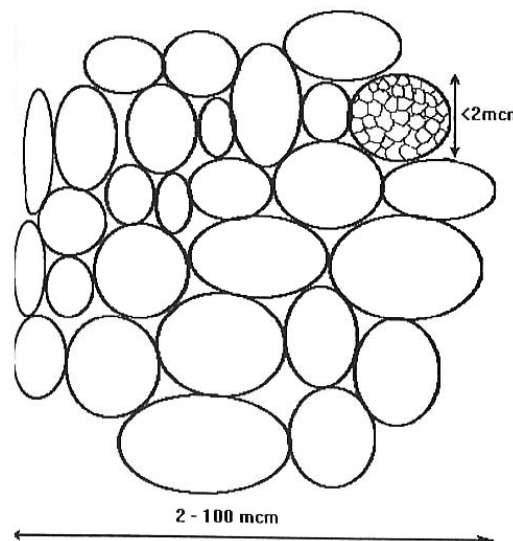
Наноконпозиты LDH-Fe



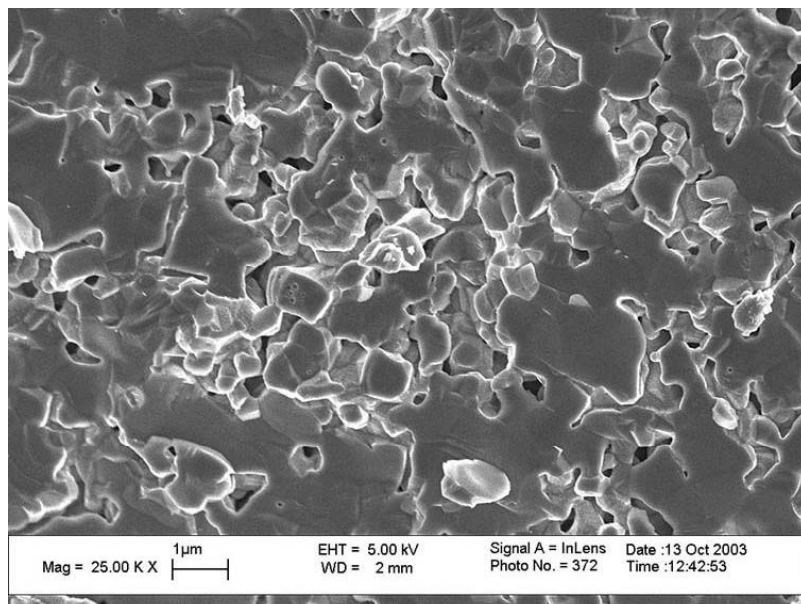
Помол-формование-спекание (керамика)



Мельница планетарного типа



Агрегаты субмикронных частиц

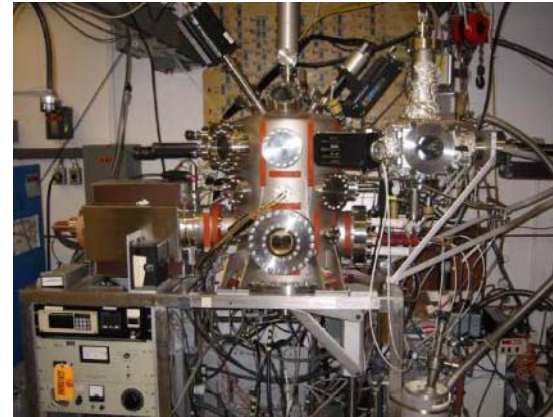
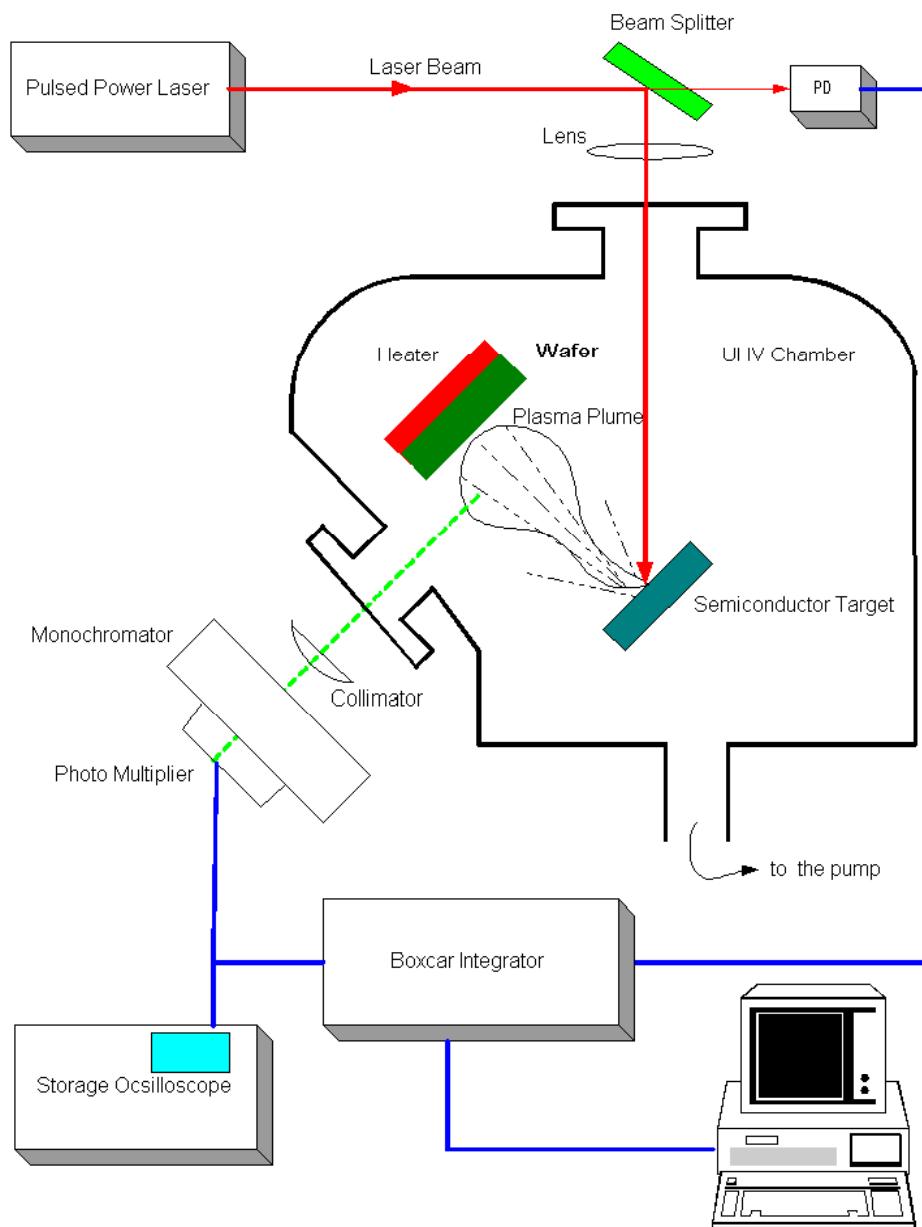


спекание

формование

«зерна»+перешейки+поры

Физические методы осаждения

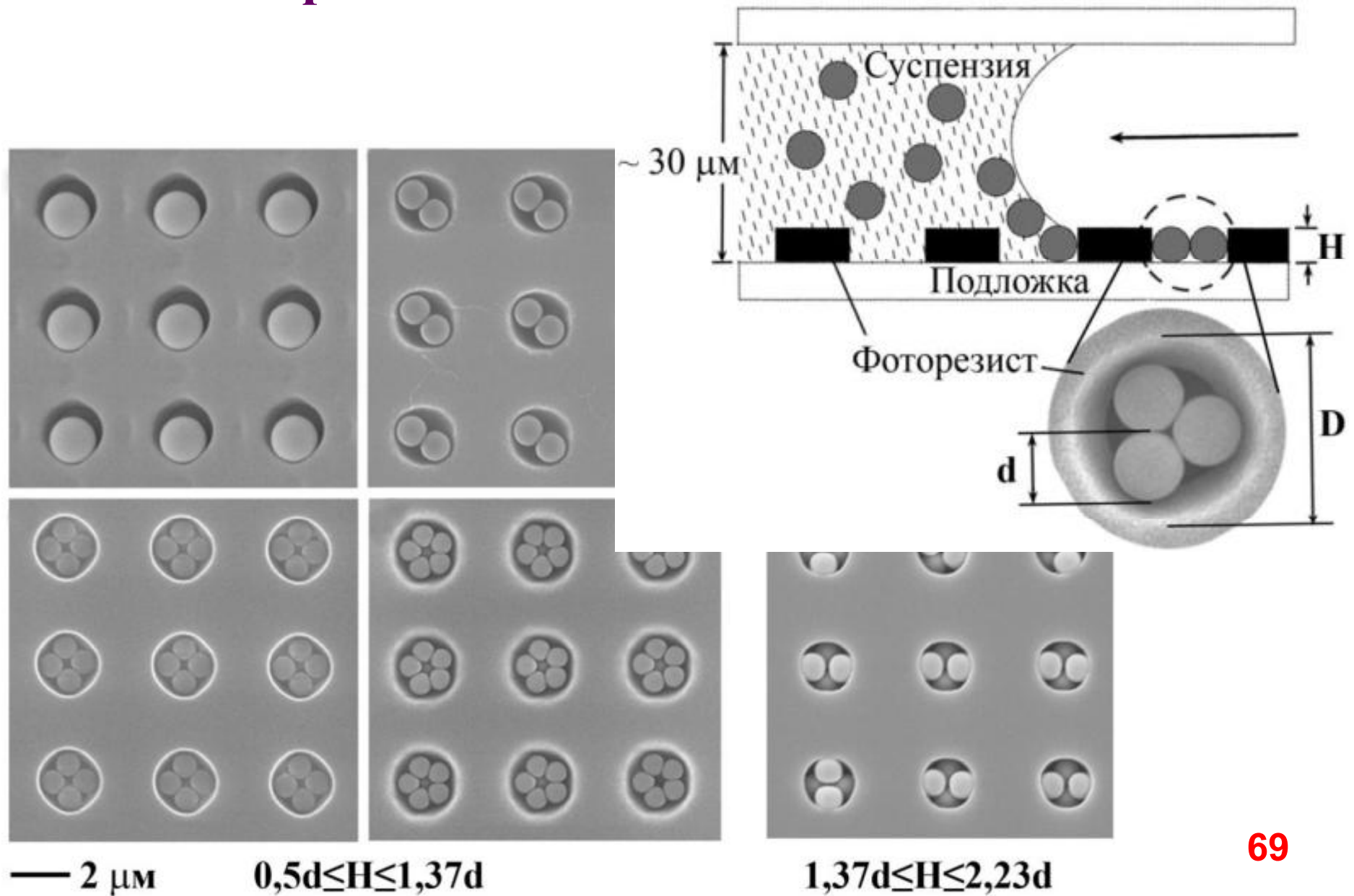


- лазерное напыление
- молекулярные пучки
- магнетронное напыление..

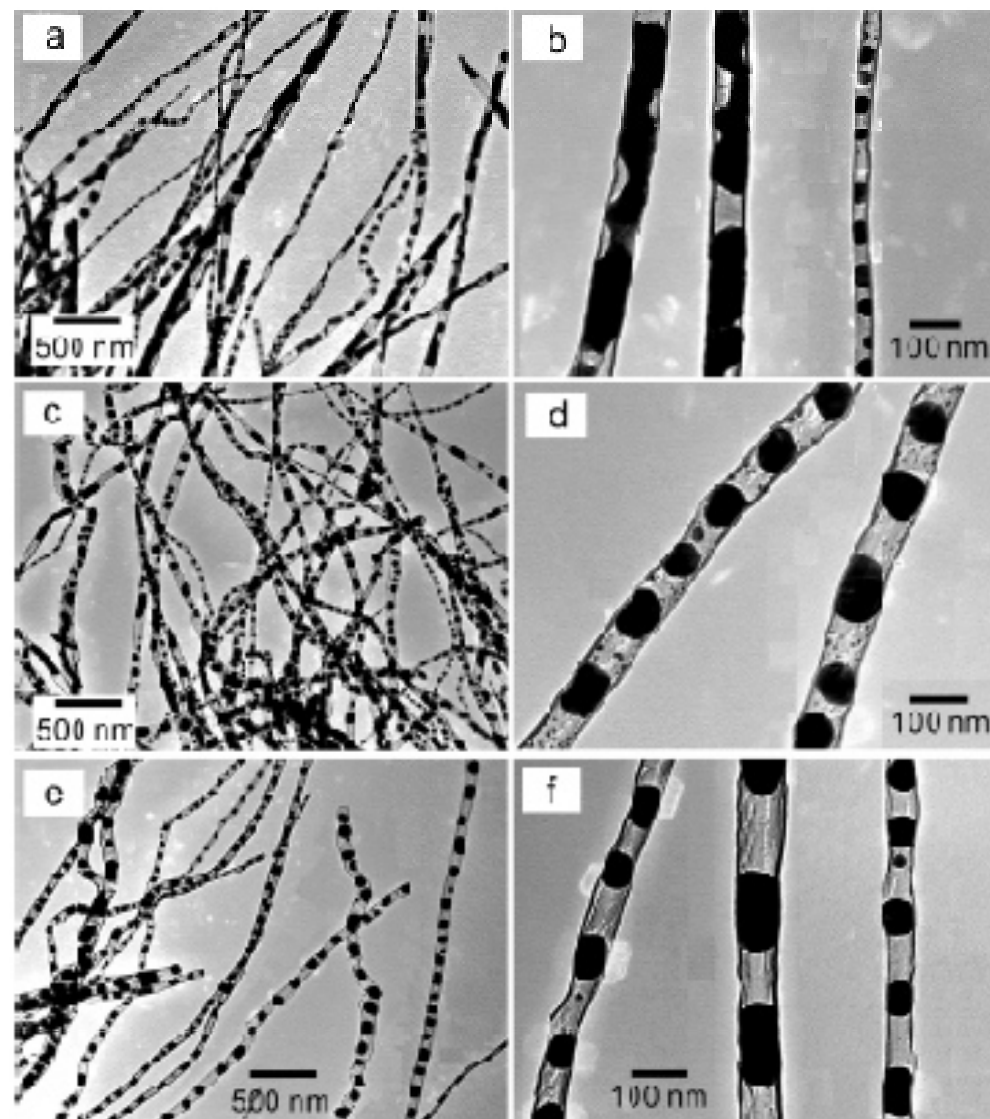
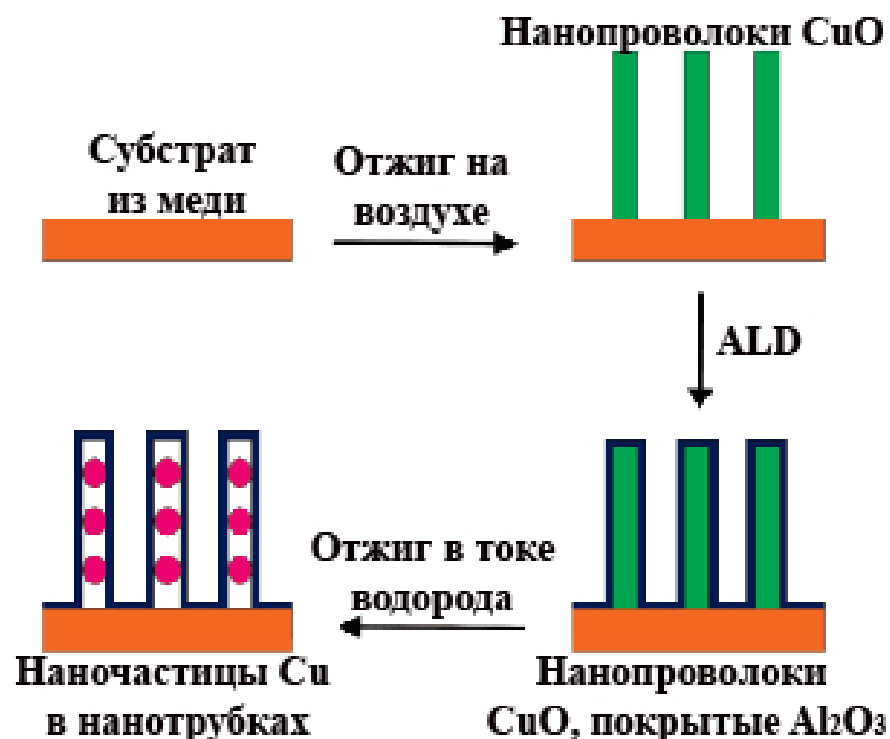
Требования:

- высокий вакуум
- высокий расход энергии
- сложность и дороговизна оборудования
- высокие пересыщения и (в ряде случаев) плохая ростовая морфология
- ограниченные возможности масштабирования технологии и непрерывного осуществления процесса

Пространственно-организованные системы микрочастиц в полостях пленок фоторезиста

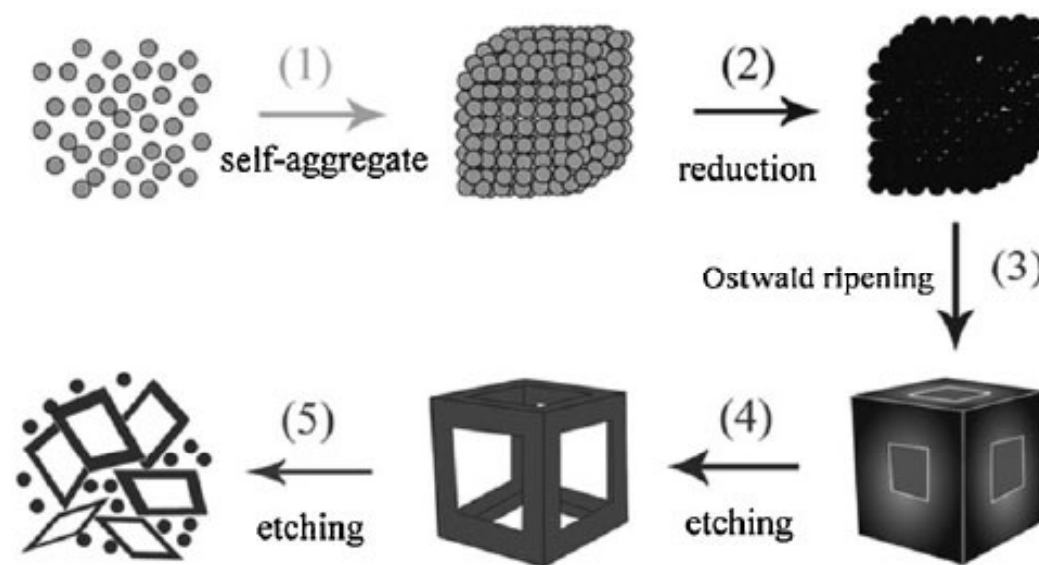
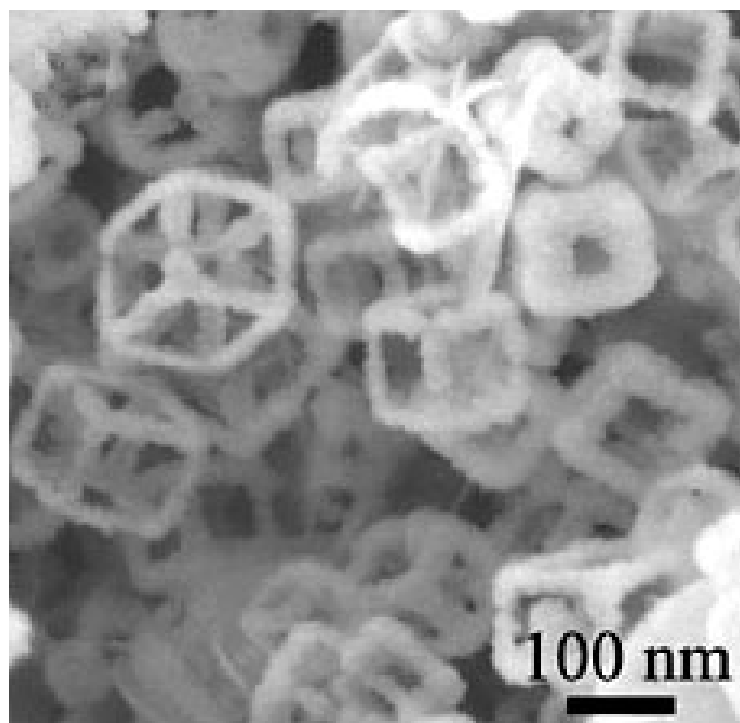


Наноконпозиты



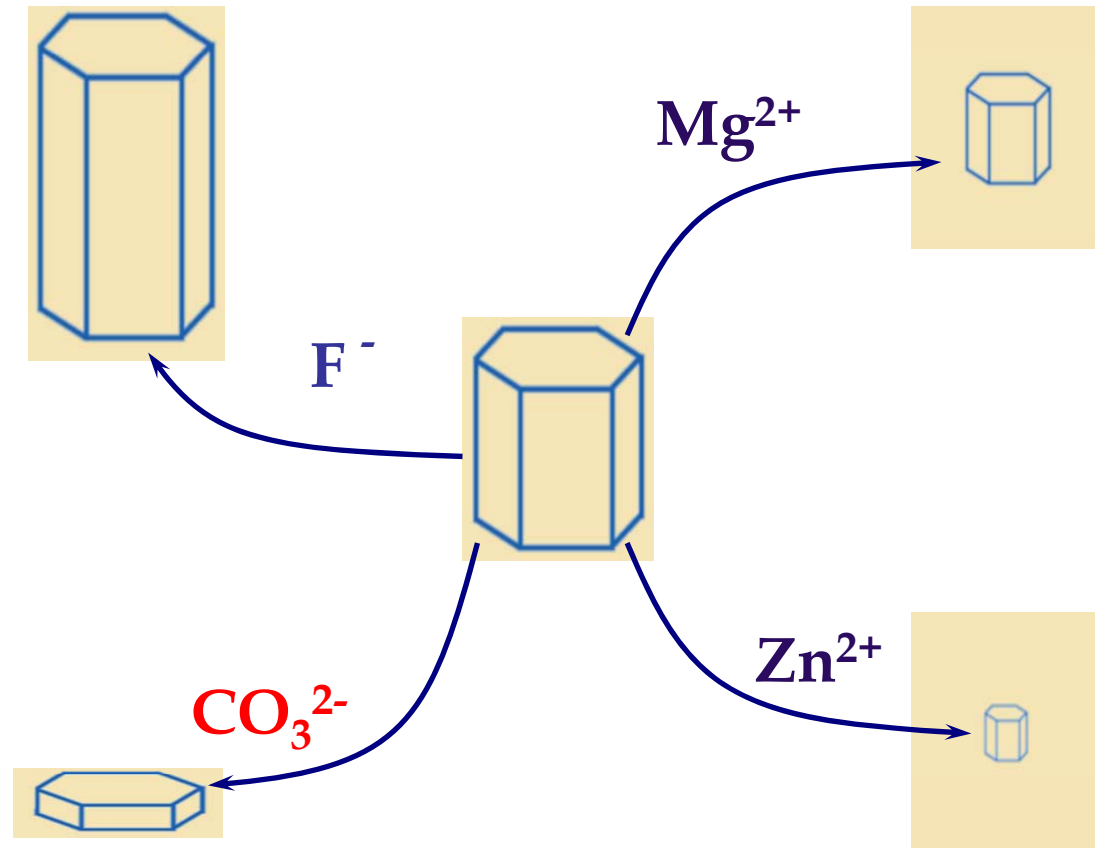
Микрофотографии (ПЭМ) цепей наночастиц меди, инкапсулированных в нанотрубки оксида алюминия, полученных путем отжига в токе водорода.

Травление наночастиц

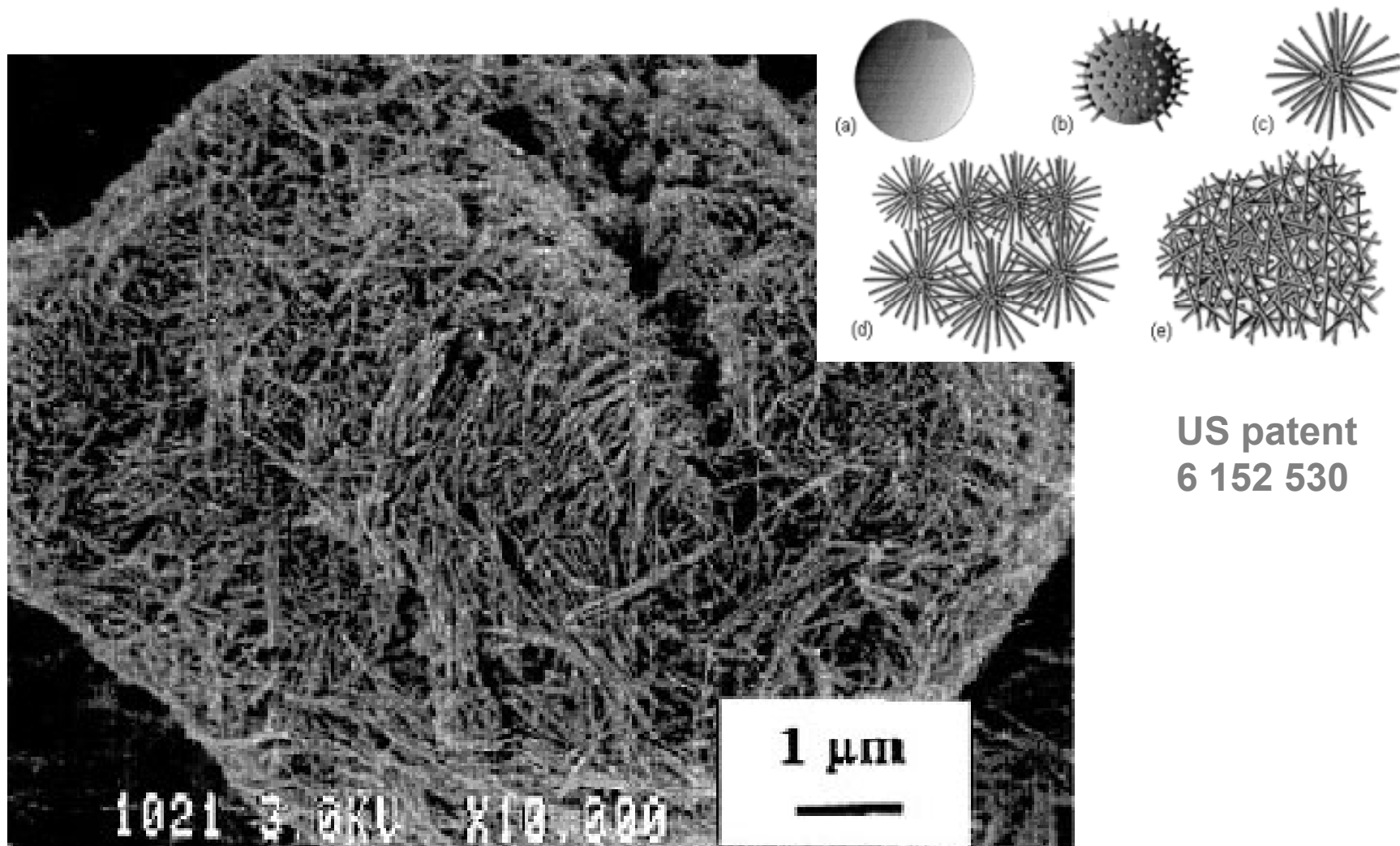


Влияние примесей

Bone composition	wt. %
Ca^{2+}	34.8
P	15.2
Ca/P (molar)	1.71
Na^+	0.9
Mg^{2+}	0.72
K^+	0.03
CO_3^{2-}	7.4
F^-	0.03
Cl^-	0.13
$\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$	0.07
Trace: Sr^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , etc.	
Total inorganic	65.0
Total organic	25.0
Absorbed water	10.0
Crystallite size (aver.), Å	250 x 30



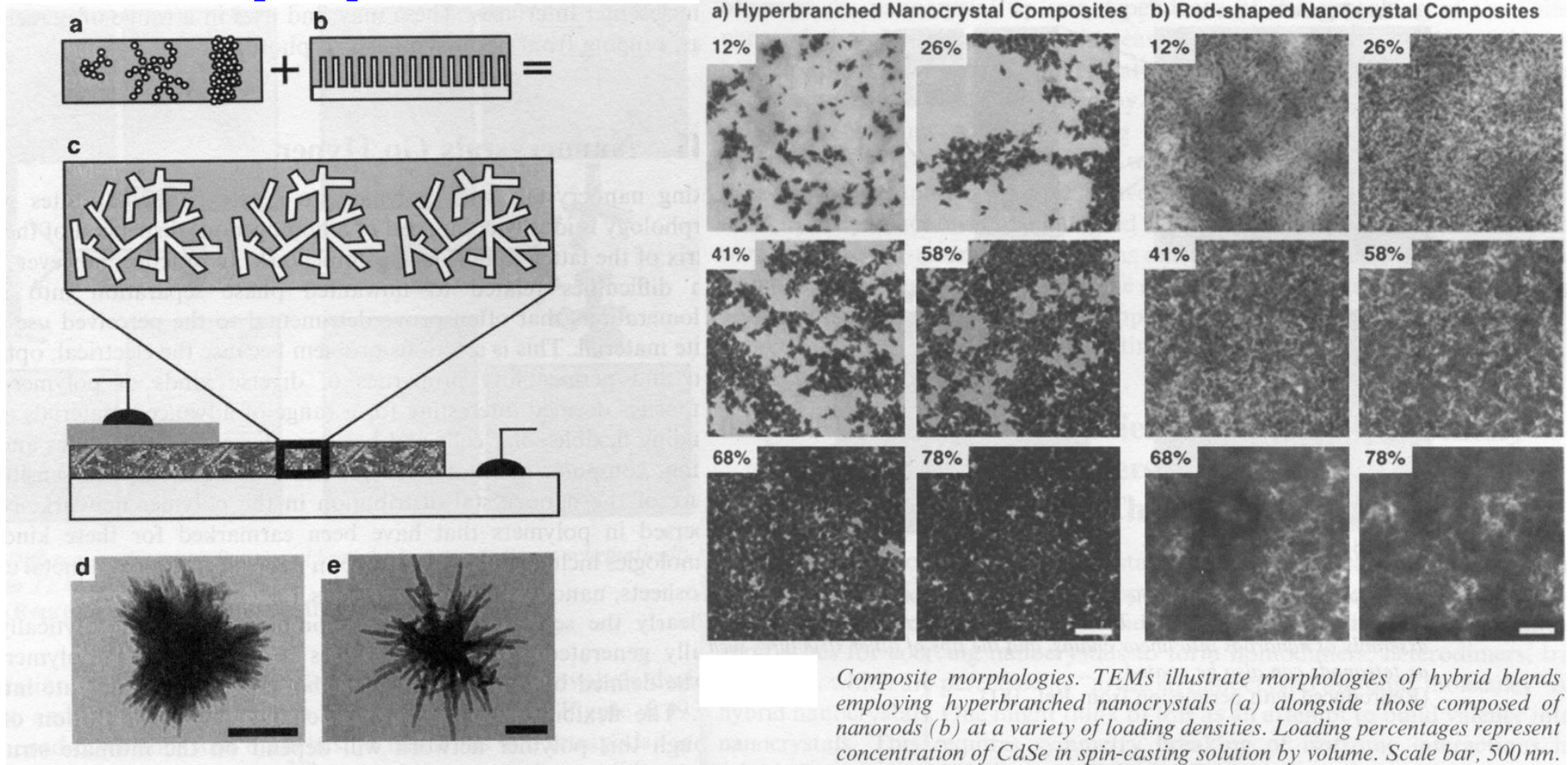
Нановискеры MnO_2 («ласточкино гнездо»)



US patent
6 152 530

Сорбенты, катализ

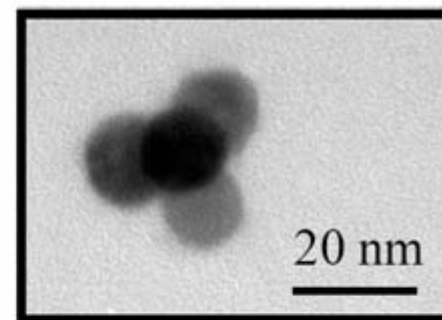
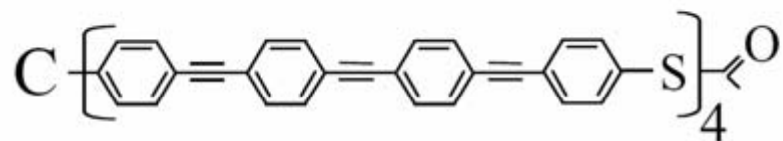
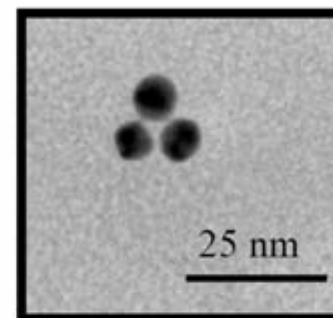
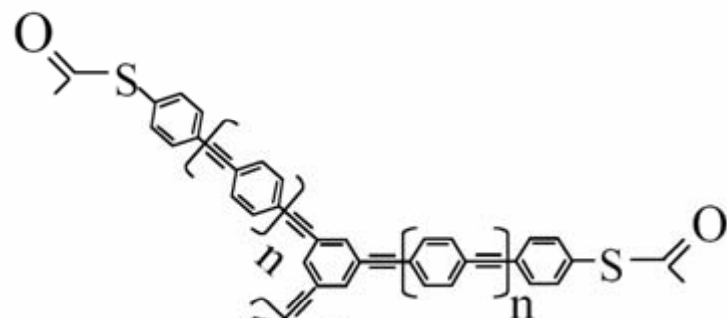
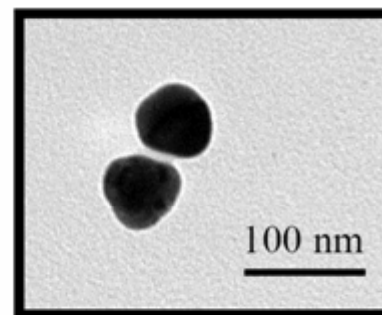
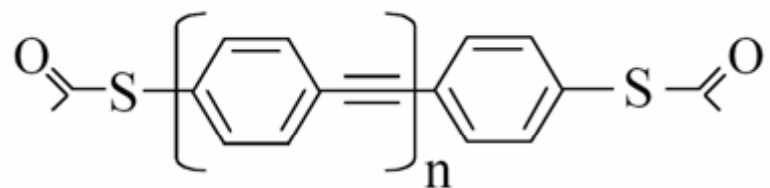
Сверхразветвленные наночастицы



Composite morphologies. TEMs illustrate morphologies of hybrid blends employing hyperbranched nanocrystals (a) alongside those composed of nanorods (b) at a variety of loading densities. Loading percentages represent concentration of CdSe in spin-casting solution by volume. Scale bar, 500 nm.

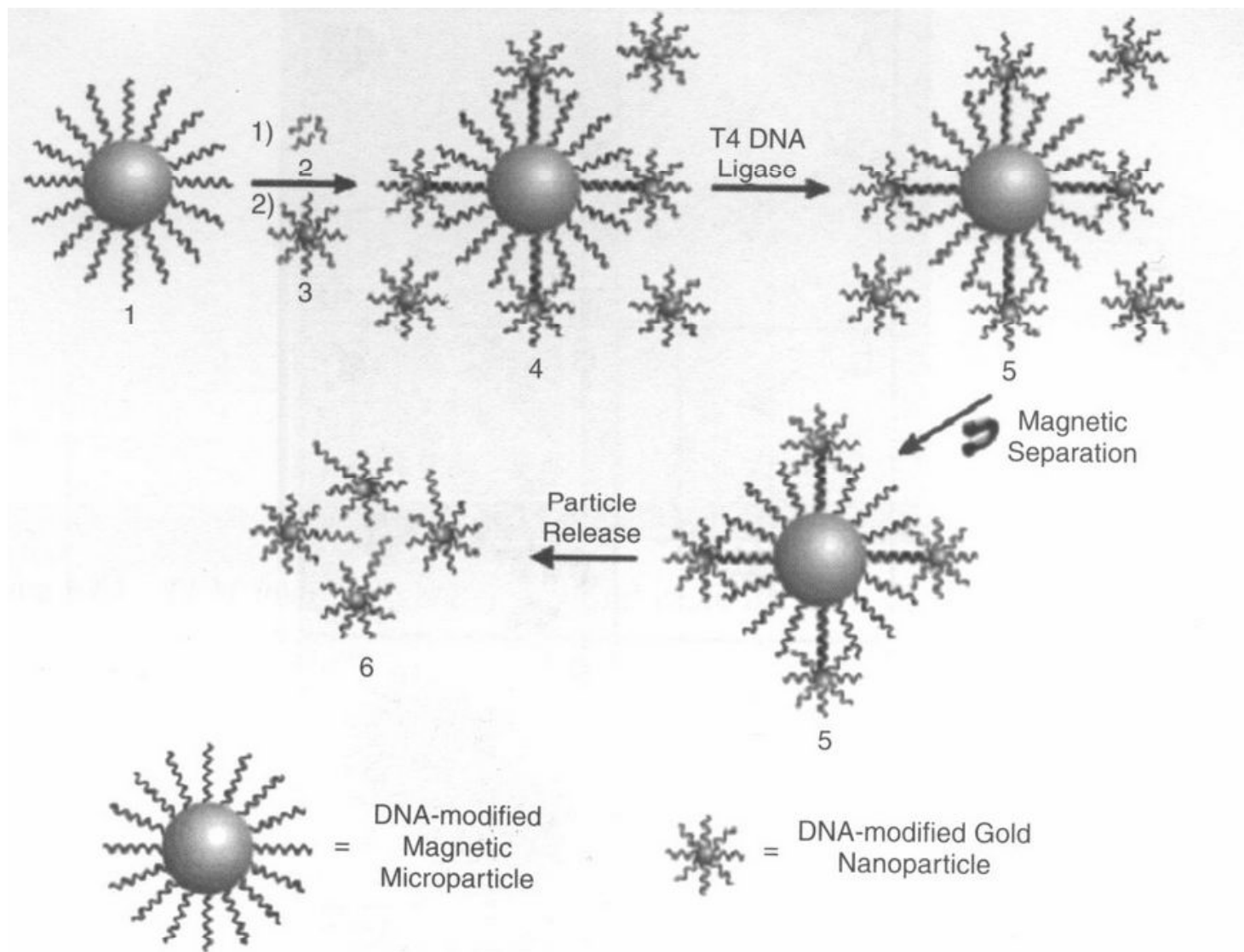
Hyperbranched nanocrystal solar cells combine the ease of fabrication of spin-cast hybrid devices (a) with the controlled morphology of templated approaches (b). Defects such as islands and aggregates detrimental to the performance of conventional spin-cast hybrid cells are eliminated in hyperbranched particle composites, where blend morphology is dictated entirely by the 3-D structure of the hyperbranched nanocrystal (c). Moreover, the hyperbranched particles span the entire thickness of the active film, thereby enhancing electron transport and eliminating the need for strict control of particle dispersion within the matrix. In panels d and e, transmission electron micrographs show the 3-D structure of CdSe and CdTe hyperbranched nanocrystals, respectively. Scale bar, 100 nm.

Связываем частицы в блоки



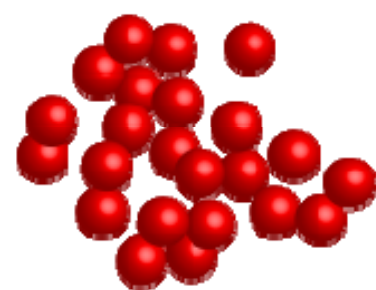
L. C. Brousseau III, J. P. Novak, **D.L. Feldheim**
(North Carolina State University)

«Кентавры»

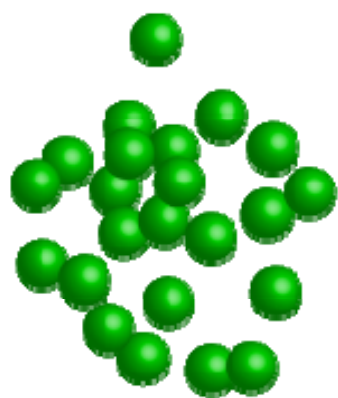


Scheme for the asymmetric functionalization of gold nanoparticles with capping oligonucleotide ligands.

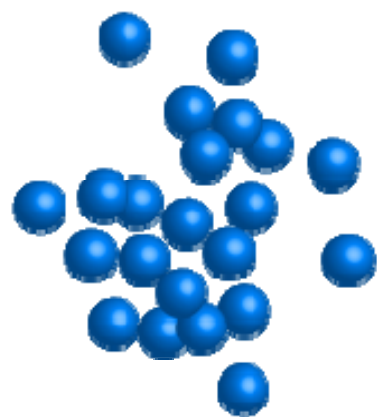
Микропечать



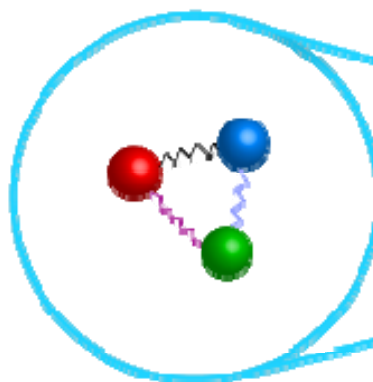
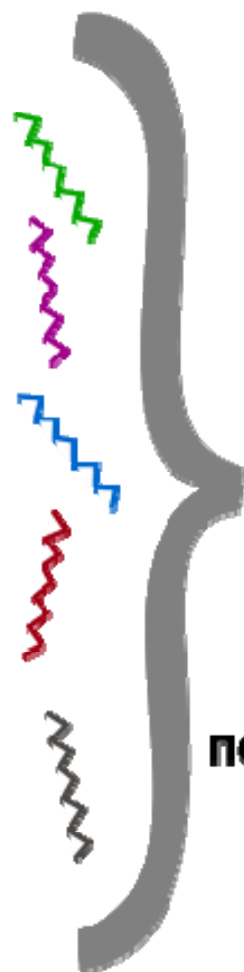
проводники



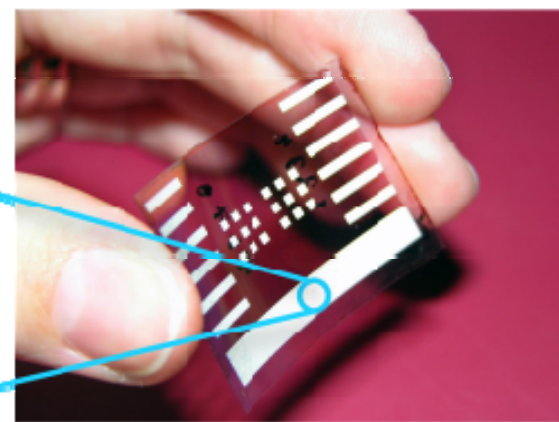
сенсоры



люминесцентные
материалы

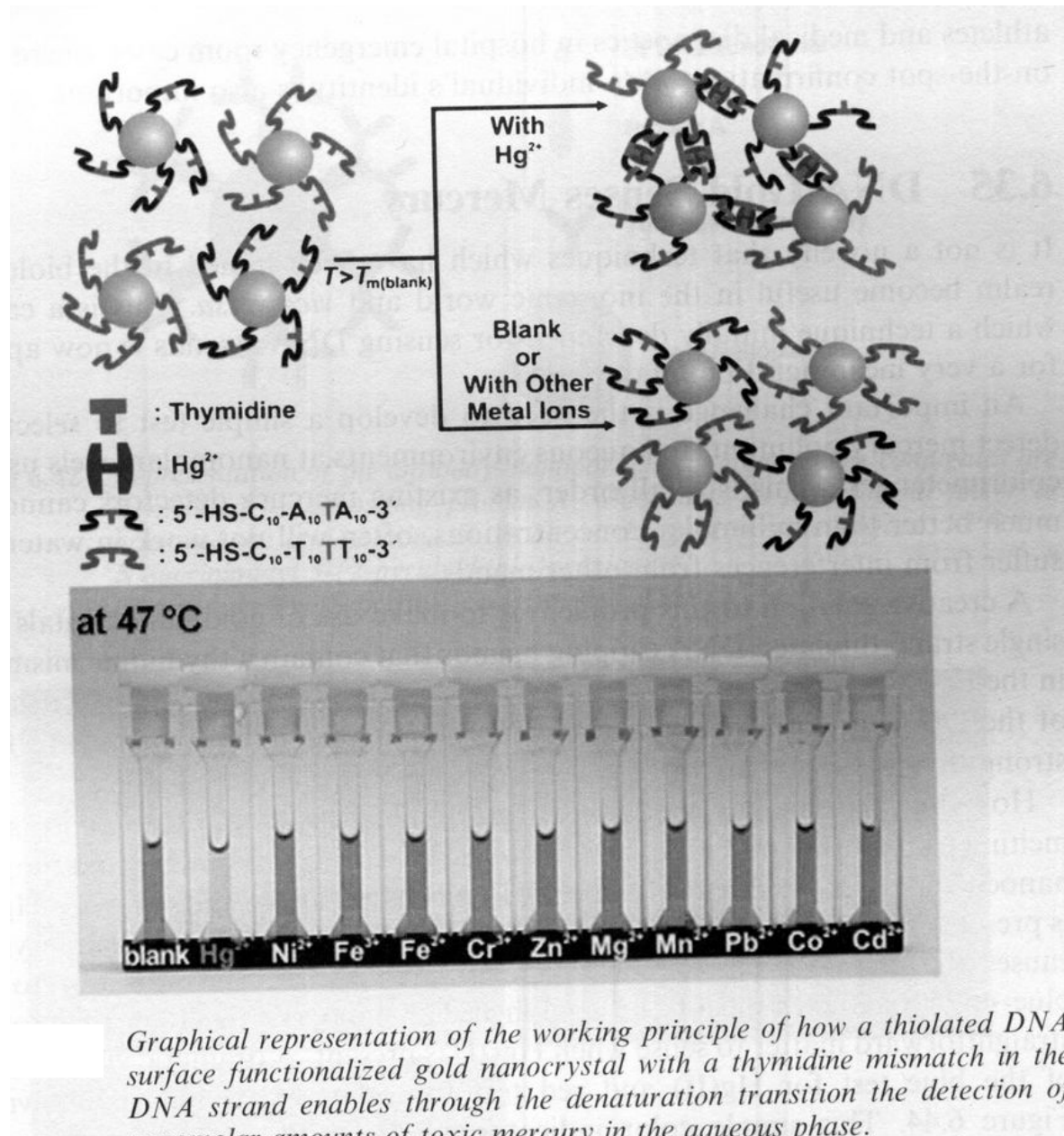


**полифункциональные
нанокомпозиты**

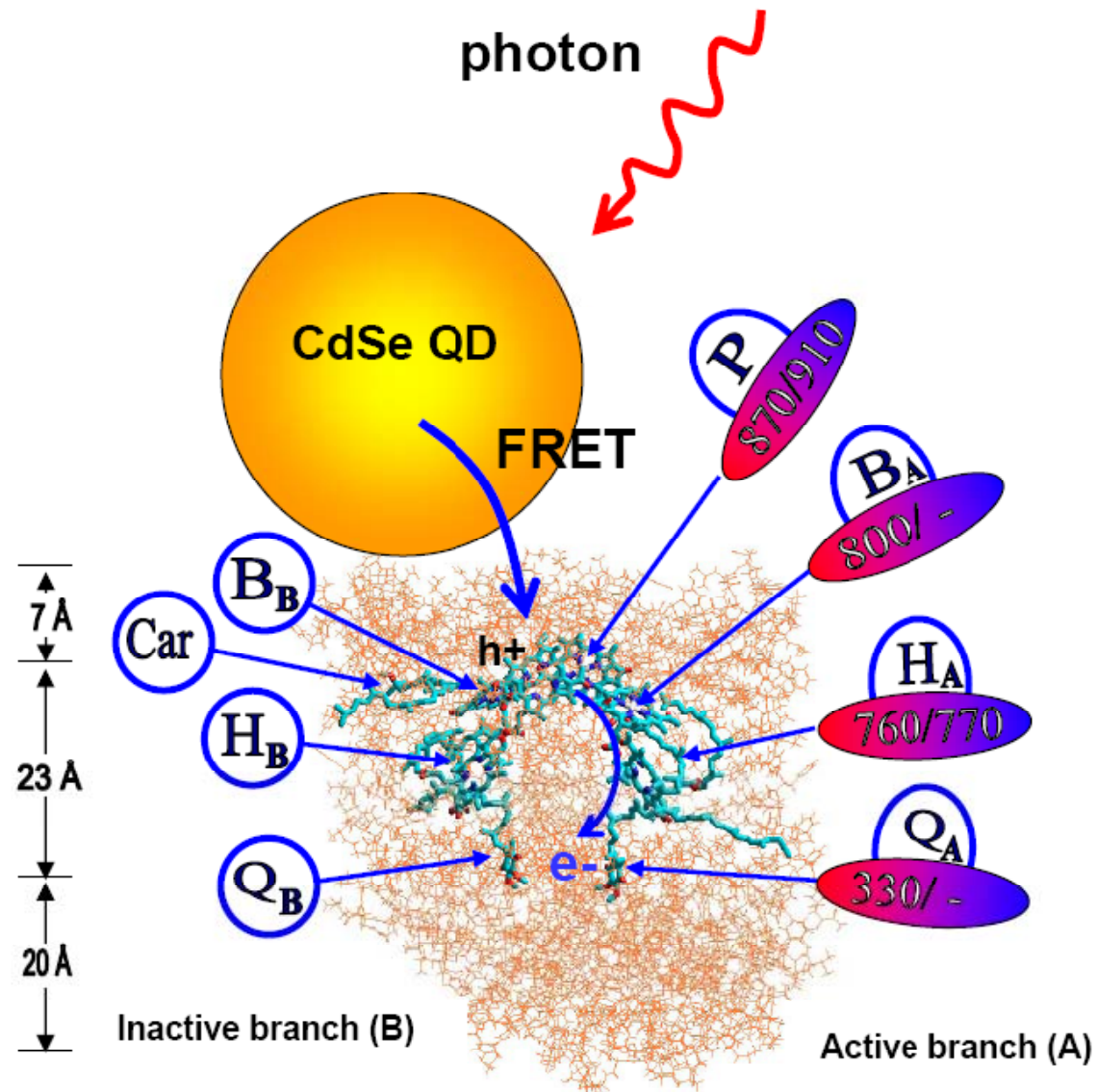


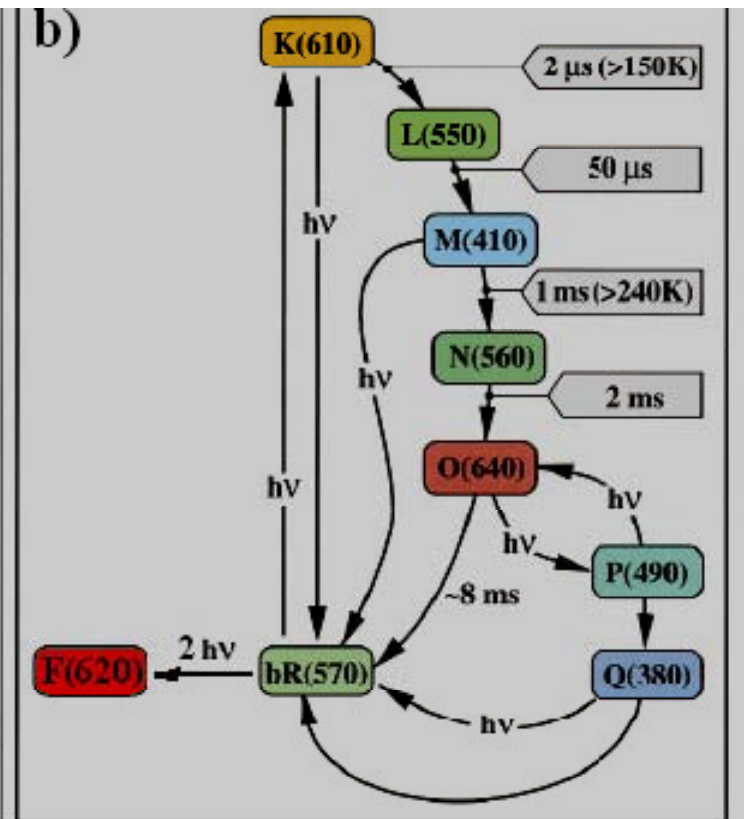
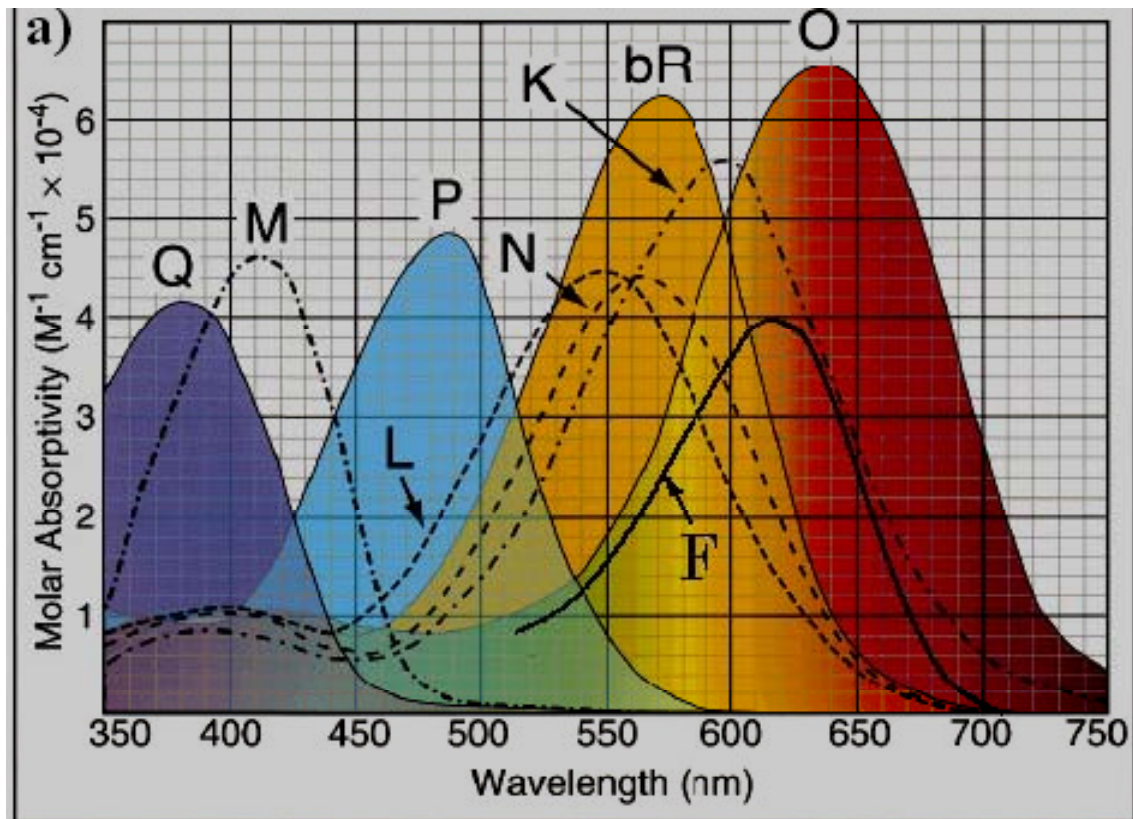
**интегральное
устройство**

Сенсорика

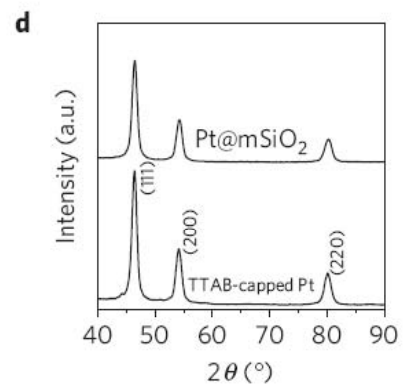
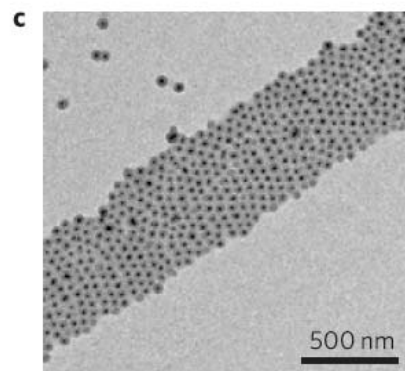
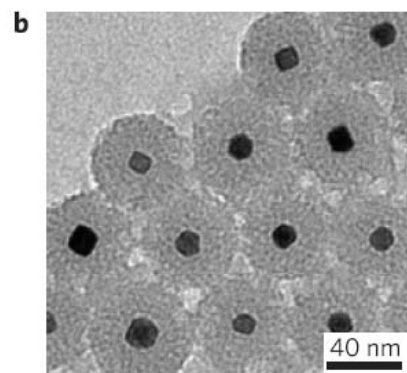
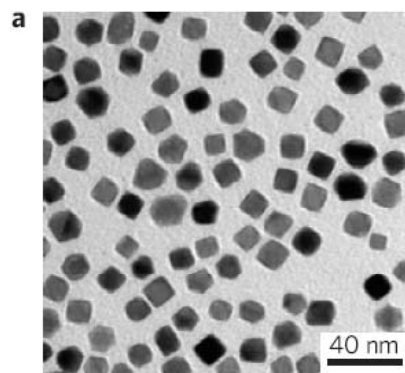
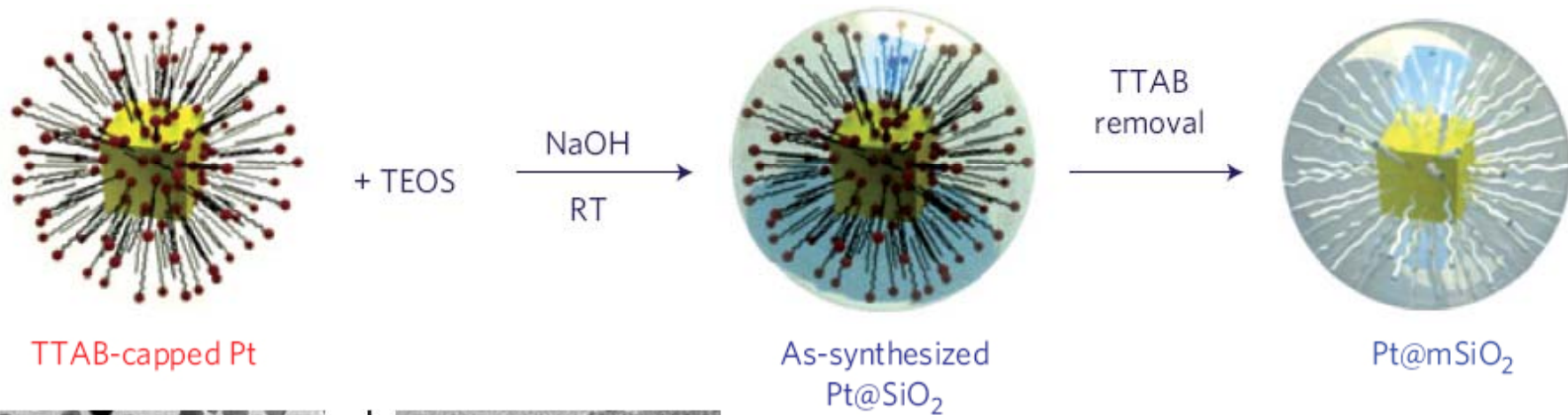


Золото - бактериородопсин





Каталитические наноконпозиты



Основные положения

- Основные характеристики наночастиц – не только размер, но также состав, форма, состояние поверхности, что определяет **в совокупности** их основные функциональные характеристики.
- Для достижения требуемых функциональных характеристик существует большое количество разнообразных синтетических приемов. Выбор *оптимальной* методики получения наночастиц обычно обусловлен **конкретной целью** их конечного использования и может быть вариативен.
- Наночастицы – не только «предшественники» других материалов, но и сами могут иметь важное практическое значение («as is», «как есть»). Необходимый объем производства наночастиц может варьироваться от граммов до сотен тонн, при этом важнейшим параметром является не объем, а функциональные свойства наночастиц как высокотехнологичной продукции.

Основная литература

- А.Вест. Химия твердого тела. М.: Мир, 1988, т.1,2.
- Ю.Д.Третьяков, Х.Лепис. Химия и технология твердофазных материалов. М.: МГУ, 1985.
- О.Уайэтт, Д.Дью-Хьюз, Металлы. Керамики. Полимеры., М.: Атомиздат, 1979
- У.Д.Кингери. Введение в керамику. М.: Изд-во лит-ры по строительству, 1967, 494 с.

В лекции использованы результаты работ, выполненных на факультете наук о материалах и ФНМ МГУ (А.А.Елисеев, А.В.Лукашин, Р.Б.Васильев, Д.М.Иткис, А.В.Григорьева, А.Е.Чеканова, К.С.Напольский, Д.А.Семенов), Weizmann Institute (Проф. Р.Тенне, Израиль), Rice University (США, А.С.Синицкий), <http://www.mems.sandia.gov> и др.

www.nanometer.ru