
НАНОСТРУКТУРНЫЕ И НАНОКРИСТАЛЛИЧЕС КИЕ МАТЕРИАЛЫ

НАНОМАТЕРИАЛЫ



К **наноматериалам** условно относят дисперсные и массивные материалы, содержащие структурные элементы (зерна, кристаллиты, блоки, кластеры), геометрические размеры которых хотя бы в одном измерении не превышают 100 нм, и обладающие качественно новыми свойствами, функциональными и эксплуатационными характеристиками.

Наноматериалы и технологии их получения

Особенность нанотехнологии заключается в том, что рассматриваемые процессы и совершаемые действия происходят в нанометровом диапазоне пространственных размеров. Технологии оперируют отдельными атомами, молекулами, молекулярными системами, а также используют микронные или макроскопические объемы материала, содержащие, по крайней мере, миллиарды атомов и молекул.

В отличие от традиционной технологии для нанотехнологии характерен "индивидуальный" подход, при котором внешнее управление достигает отдельных атомов и молекул, что позволяет создавать из них как материалы с принципиально новыми физико-химическими и биологическими свойствами, так и новые классы устройств с характерными нанометровыми размерами.

Терминологические подходы к понятию наноматериалов

Геометрические размеры

$D \sim 1 \dots 100$ нм

Доля границ раздела $\Delta V_{\text{гр}} \geq 50\%$

$\Delta V_{\text{гр}} \sim 3s/D$ при ширине приграничной области $s \sim 1$ нм $D = 6$ нм

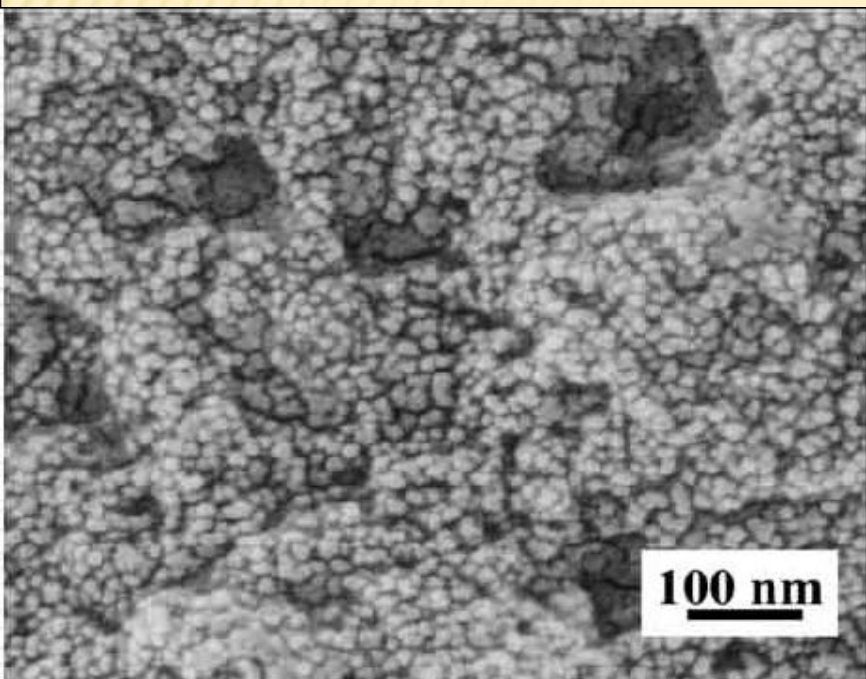
Критический размер для физического эффекта $D_{\text{кр}} > D$

Возникновение нового качества при уменьшении V вещества или его компоненты по 1, 2 или 3 координатам до нанодиапазона

Комплексный подход

содержание в материалах структурных элементов с $D < 100$ нм
хотя бы в одном измерении и обладающие качественно новыми характеристиками

Покрытие на основе наночастиц оксида титана:



а) структура поверхности, б) смачиваемость цементной плиты с покрытием растительным маслом, дистиллированной водой и спиртовым раствором

Основные методы получения наноматериалов



Методы порошковой
металлургии

Комплексные
методы

Методы с
использованием
аморфизации

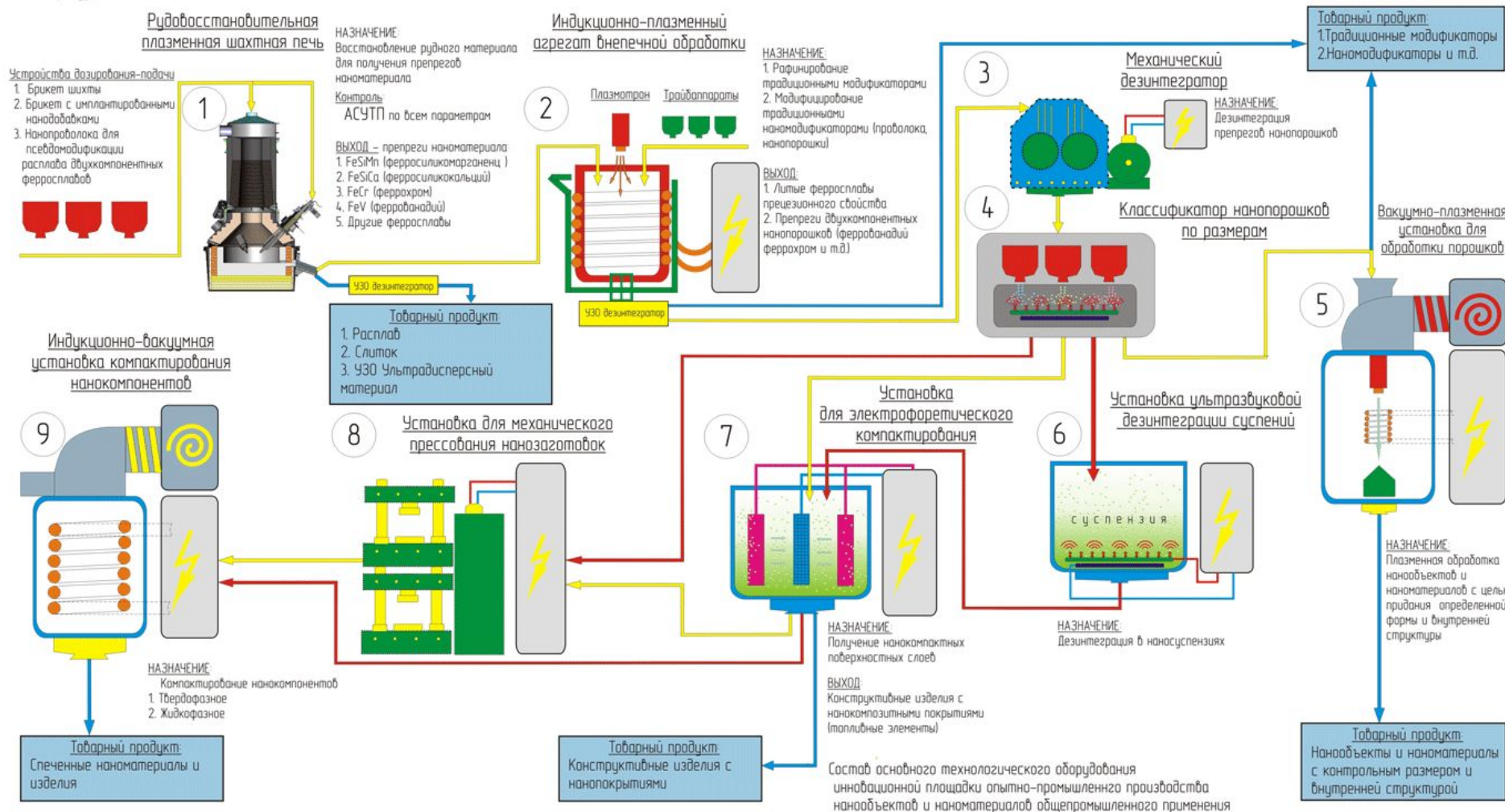
Поверхностные
технологии

Методы интенсивной
пластической деформации



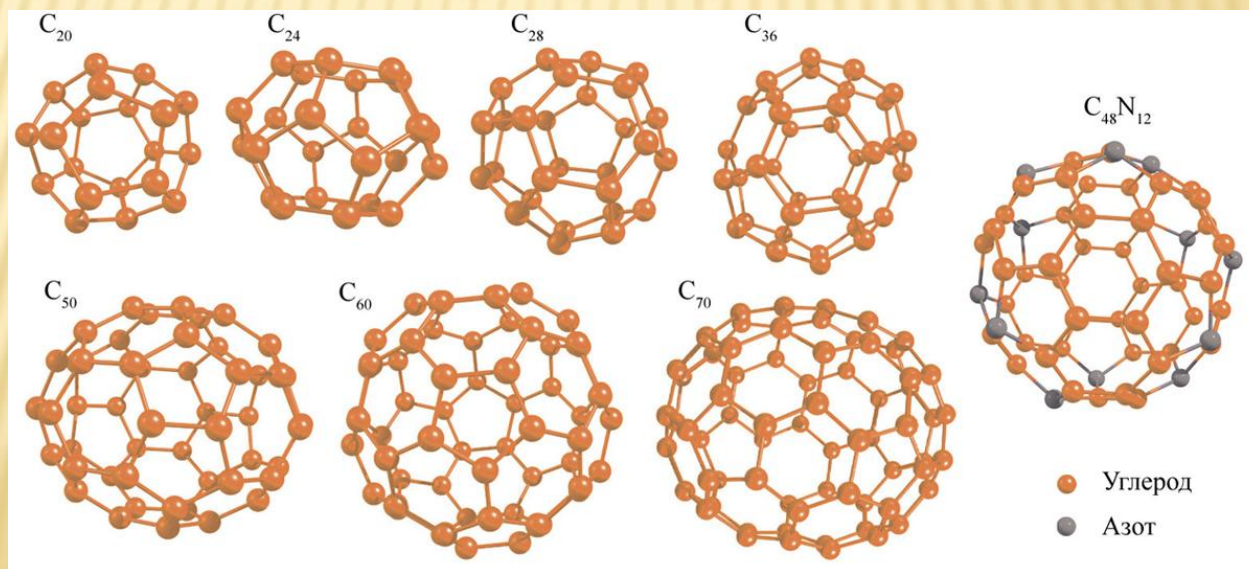


Инновационная площадка многономенклатурного опытно-промышленного производства нанобъектов и наноматериалов для общепромышленного применения



- | | |
|---|---|
| 1 Рудовосстановительная плазменная шахтная печь с ультразвуковым диспергированием расплава | 6 Установка ультразвуковой дезинтеграции суспензий |
| 2 Индукционно-плазменный агрегат для легирования и модифицирования препрегов с ультразвуковым диспергированием расплава | 7 Установка для электрофоретического компактирования |
| 3 Механический дезинтегратор | 8 Установка для механического прессования нанозаготовок |
| 4 Классификатор нанопорошков по размерам | 9 Индукционно-вакуумная установка компактирования нанокompонентов |
| 5 Вакуумно-плазменная установка для обработки нанопорошков (форма, внутренняя структура) | |

Фуллерены, как новая форма существования углерода в природе наряду с давно известными алмазом и графитом, были открыты в 1985 г. при попытках астрофизиков объяснить спектры межзвездной пыли. Оказалось, что атомы углерода могут образовать высокосимметричную молекулу C_{60} . Такая молекула состоит из 60 атомов углерода, расположенных на сфере с диаметром приблизительно в один нанометр и напоминает футбольный мяч.

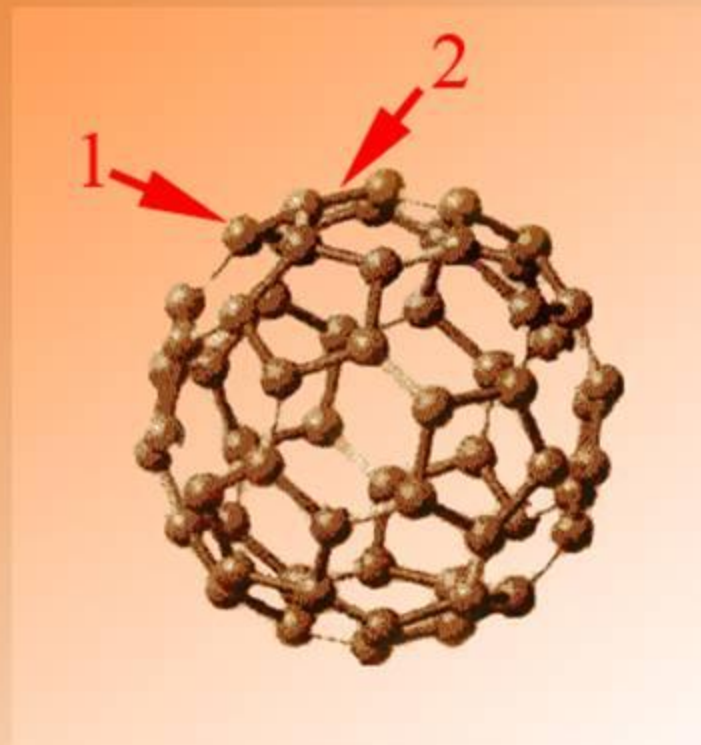


Структура фуллерена:

Фуллерен является новой аллотропной формой углерода. Молекулы фуллерена состоят из 60, 70 атомов, образующих сферу.

Кристаллические фуллерены представляют собой полупроводники.

Разнообразие физико-химических и структурных свойств соединений на основе фуллеренов позволяет говорить о химии фуллеренов как о новом перспективном направлении органической химии.



Структура фуллерена:

1. атом
2. связь



Самый известный фуллерен, молекула C_{60}

Молекула в форме додекаэдра



а Изомер молекулы C_{20} в форме чаши

Изомер молекулы C_{20} в форме кольца/р>

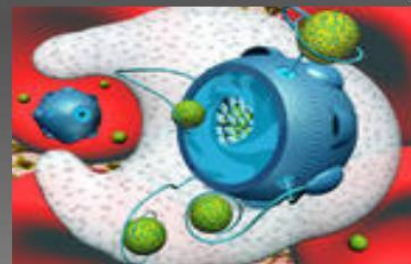
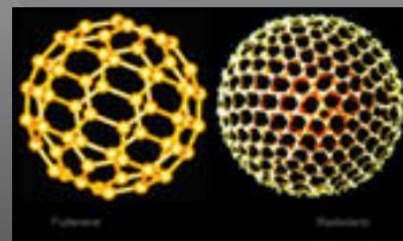
Elena.Nad@mail.ru



Фуллерены

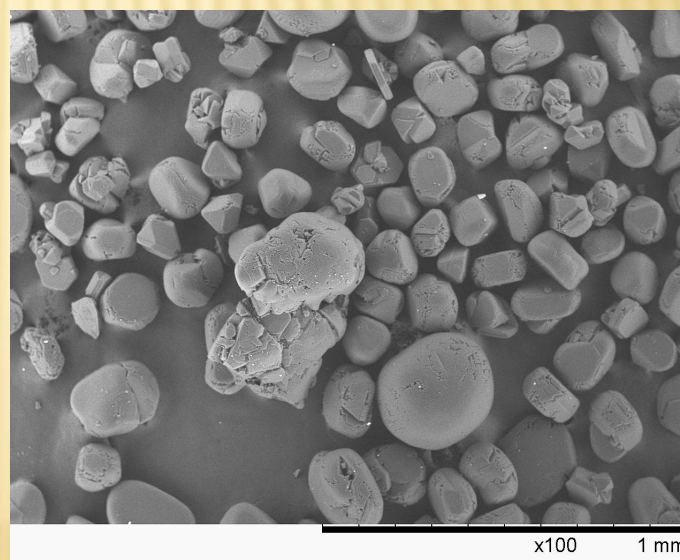
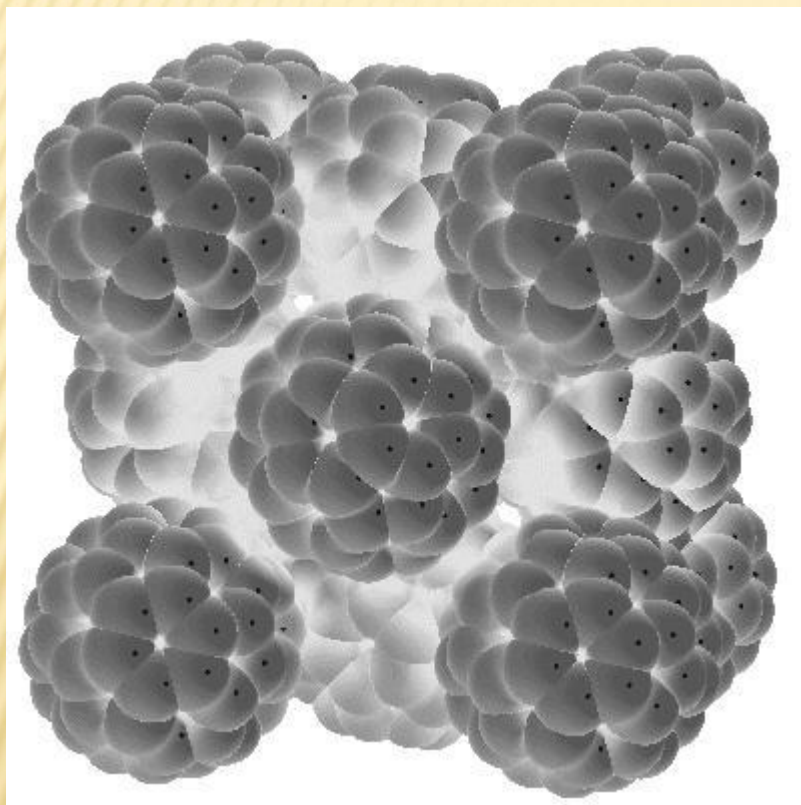
с резным жемчугом

работа Елены Ноздь



■ использование
фуллеренов для
создания
фотоприемников
и
оптоэлектронных
устройств

Фуллерит — это молекулярный кристалл — это молекулярный кристалл, в узлах решётки которого находятся молекулы фуллерена. Также фуллерит является аллотропной модификацией углерода(C).



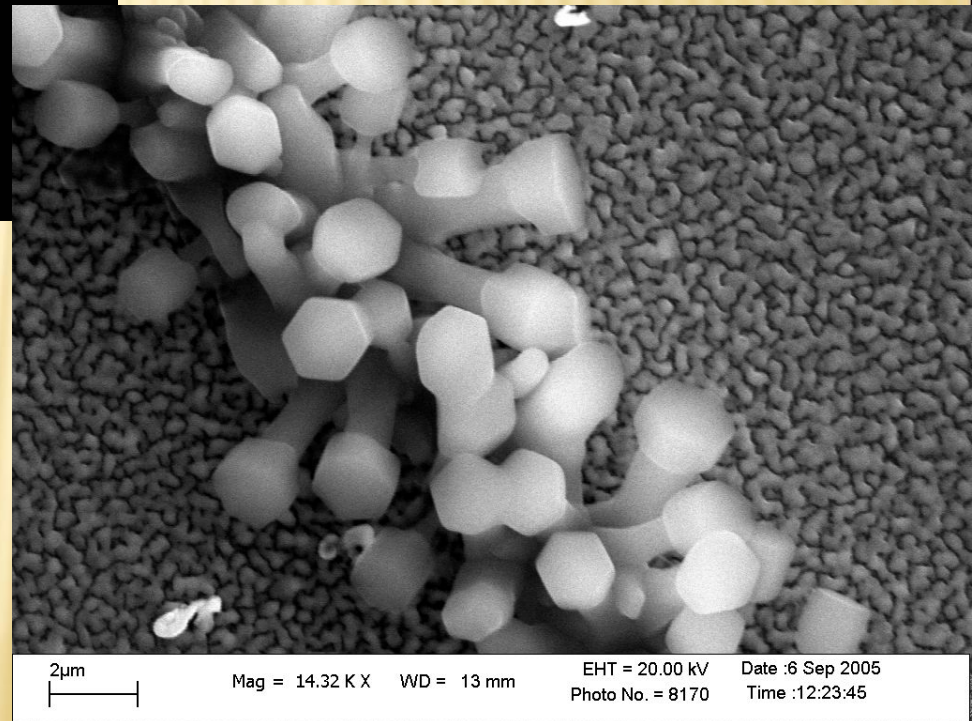
Крупнокристаллический порошок фуллерита C60 в растровом электронном микроскопе

Фуллерит.



- Слева – фуллериты оставляют следы даже на алмазах.
- Справа – кристаллы фуллерита.
- Стоимость 1г фуллерена – 500 долларов.

Image № 01



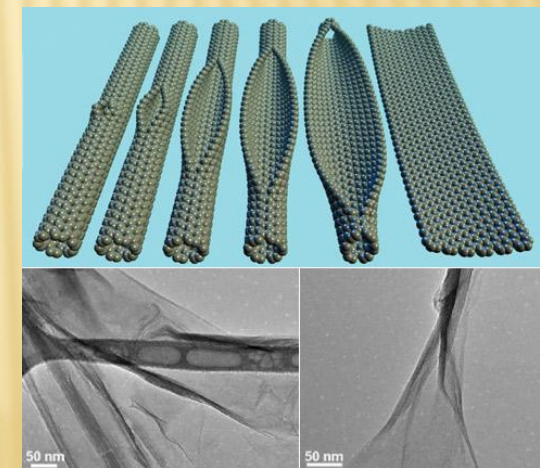
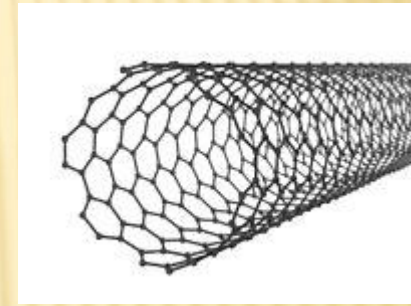
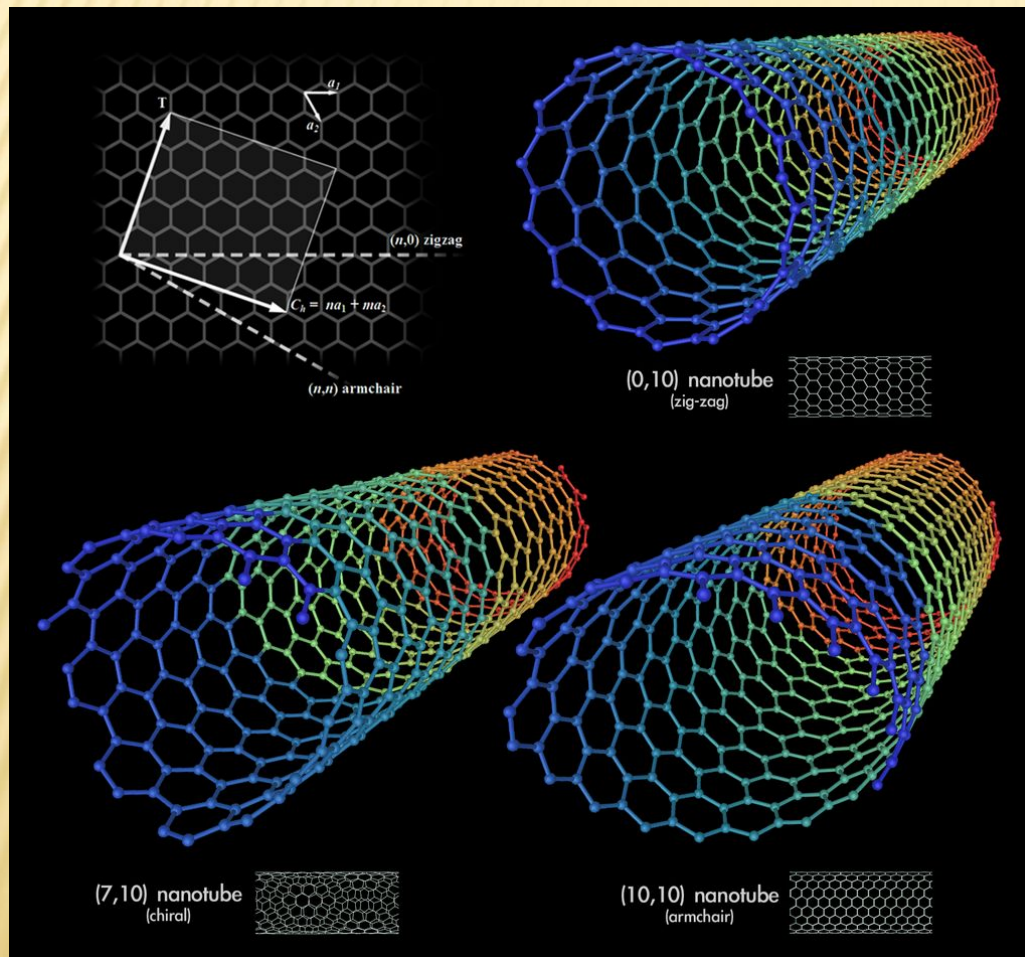
Механизм роста кристаллитов фуллерита в пленках

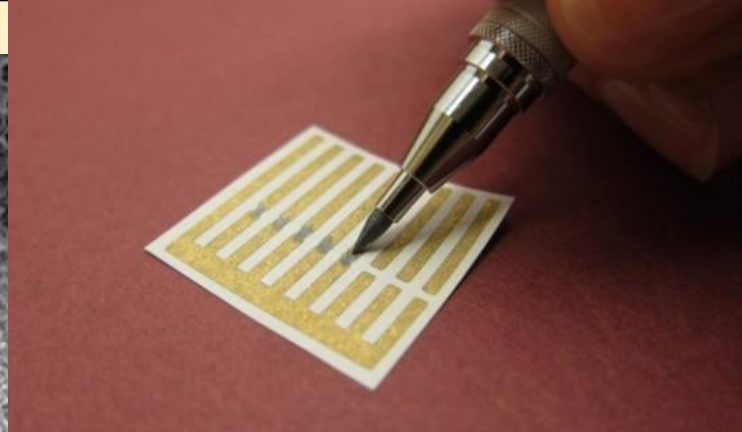
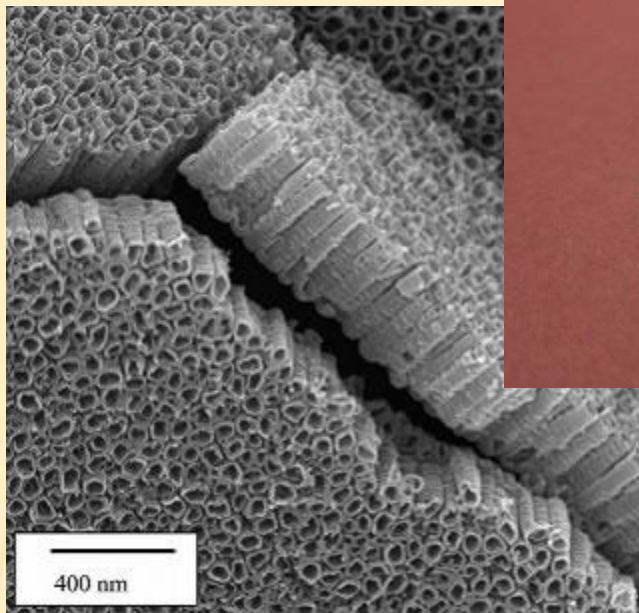
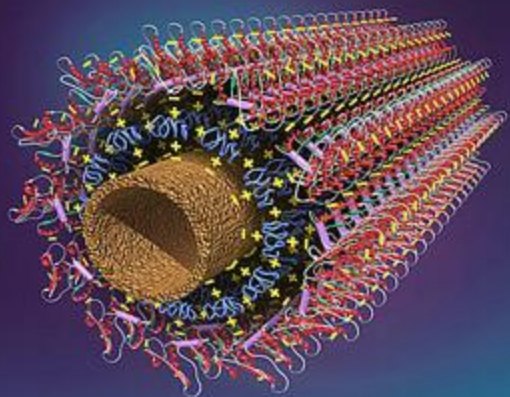
В фуллерите имеются октаэдрические и тетраэдрические полости, в которых могут находиться посторонние атомы. Если октаэдрические полости заполнены ионами щелочных металлов (K (калий), Rb (рубидий), Cs (цезий)), то при температурах ниже комнатной структура этих веществ перестраивается и образуется новый полимерный материал.

Если заполнить также и тетраэдрические полости, то образуется сверхпроводящий материал K_3C_{60} с критической температурой 20-40 К.

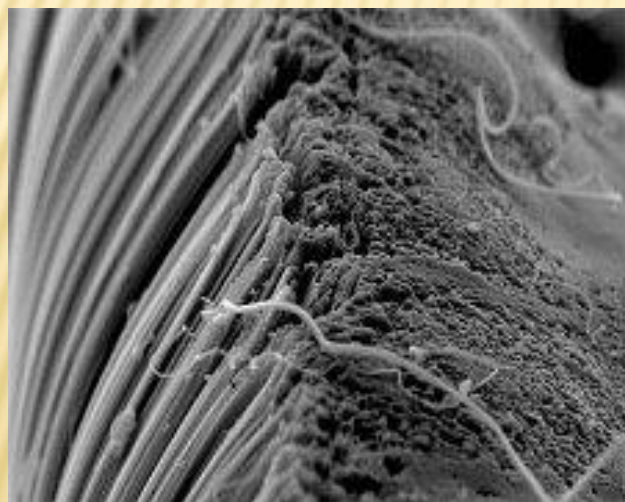
Существуют фуллериты и с другими присадками, дающими материалу уникальные свойства

Углеродные нанотрубки. Из углерода можно получить молекулы с гигантским числом атомов. Такая молекула, например $C_{1000000}$, может представлять собой однослойную трубку с диаметром около нанометра и длиной в несколько десятков микрон. На поверхности трубки атомы углерода расположены в вершинах правильных шестиугольников. Концы трубки закрыты с помощью шести правильных пятиугольников.





Газовые сенсоры



Искусственный мускул



Нанорезина

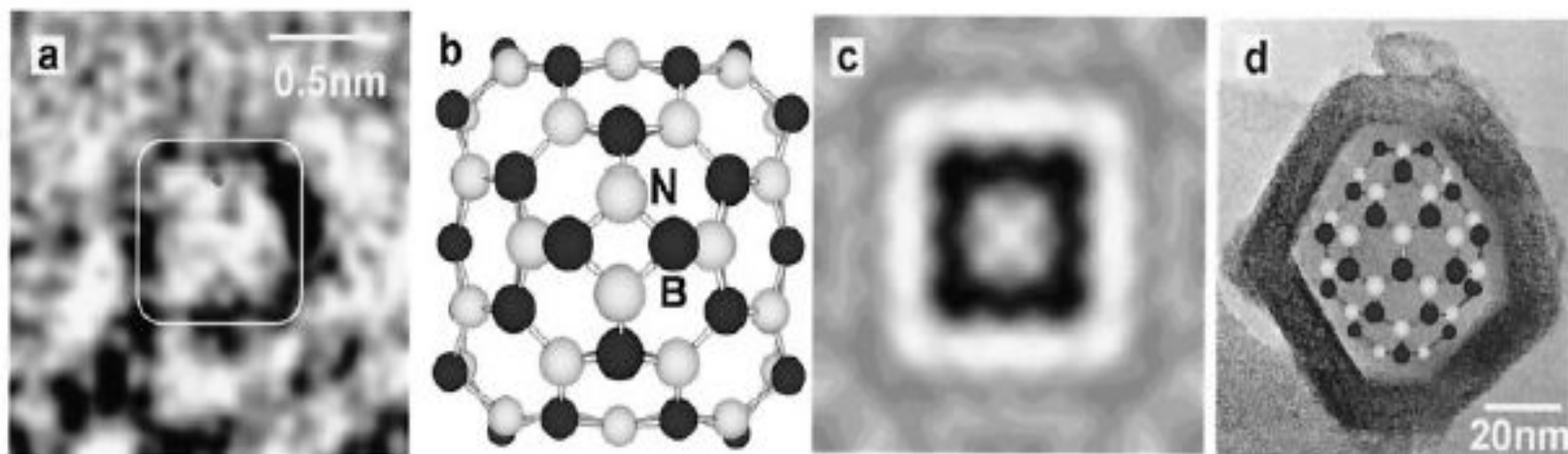


Figure 1. (a) HREM image of $B_{36}N_{36}$ cluster. (b) Structure model of $B_{36}N_{36}$ cluster. (c) Calculated HREM image. (d) BN nanocage structure.

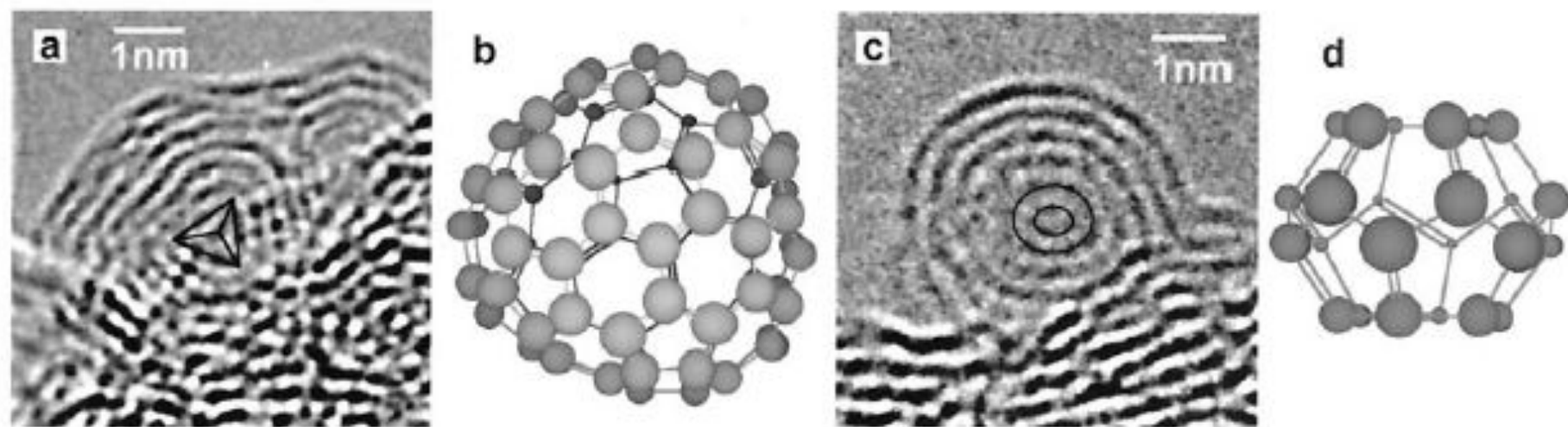
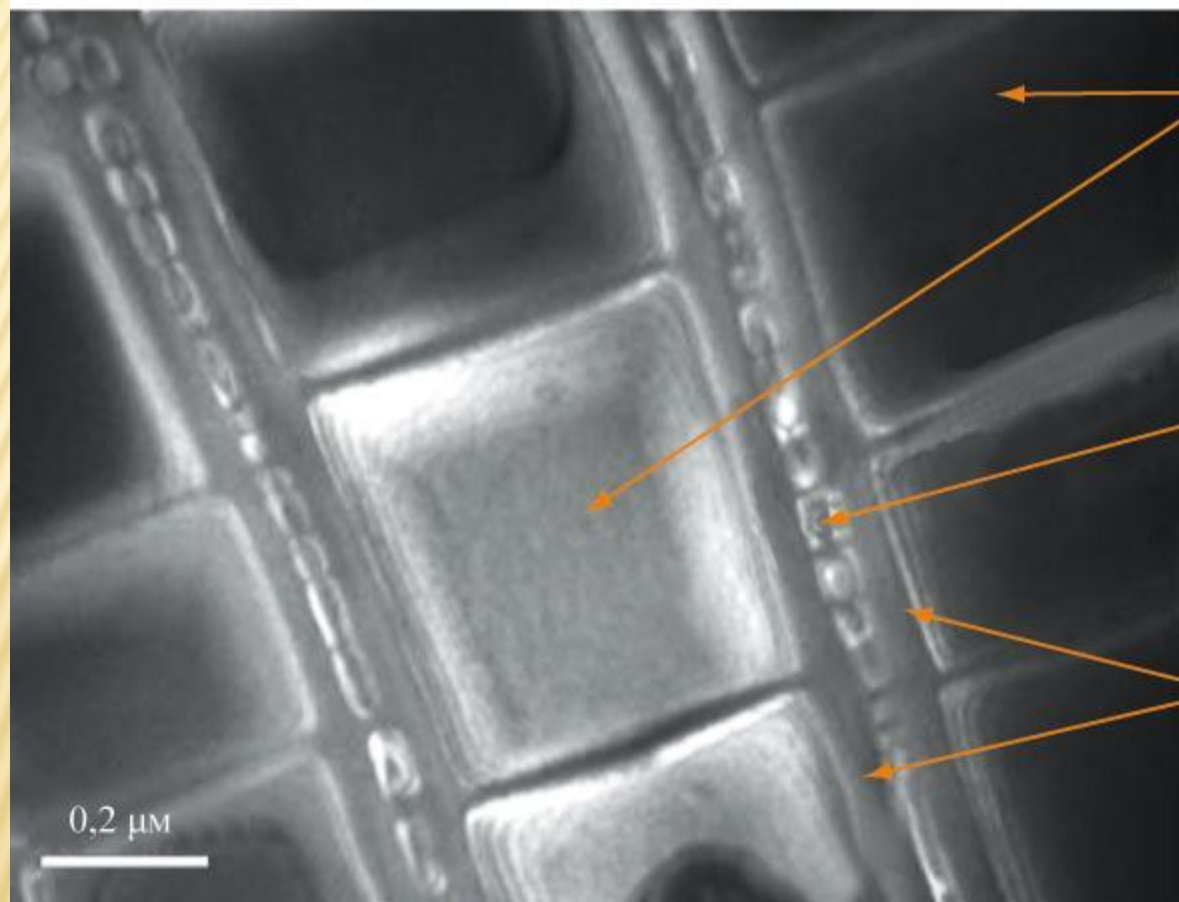


Figure 2. (a) HREM image of tetrahedral carbon onion and (b) atomic structure model of C_{84} . (c) HREM image of elliptical carbon onion and (d) atomic structure model of C_{24} .

Наноккомпозиты



γ' -фаза
размером ~ 400 нм

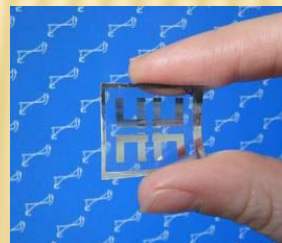
наночастицы
упрочняющей
 γ' -фазы
размером ~ 30 нм

прослойки γ -фазы
размером ~ 90 нм

Интерес к нанокompозитам со стороны производителей пластмасс

Нанокompозиты представляют большой интерес для рынков пластмасс.

Полимерные компаунды, содержащие только небольшие количества органоглин (в основном, 5% по массе), можно использовать для производства деталей в автомобильной промышленности, упаковочных пленок с барьерными свойствами и усовершенствованных огнеупорных оплеток кабелей и проводов, а также для многих других применений.



НАНОТЕХНОЛОГИИ

одна миллиардная доля метра: 10^{-9} м



Новая технологическая культура, основанная на **конструировании макроматериалов** путем направленного **манипулирования атомами и молекулами**



Создание рынка **принципиально новой продукции** во всех отраслях экономики



Изменение технологического и, как следствие, социально-экономического **уклада общества**



Соединение возможностей современных **технологий**, в первую очередь, микроэлектроники, с «**конструкциями**», созданными **живой природой**



«Запуск будущего»



Создание **антропоморфных технических систем**

основная цель развития науки и техники
индустриального общества —

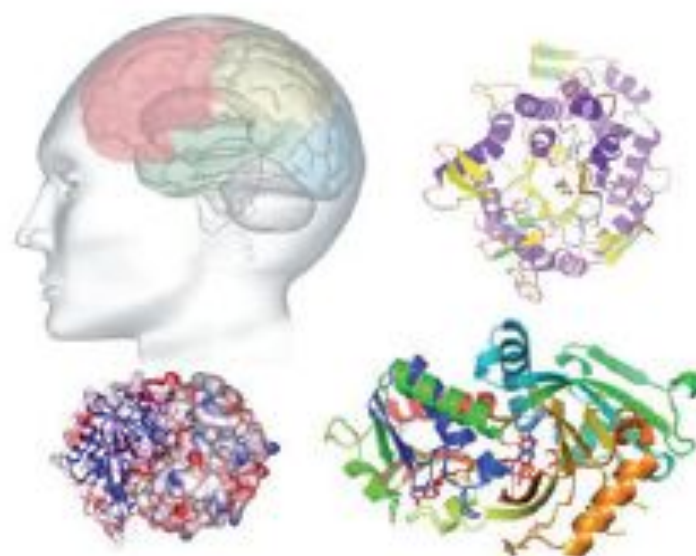
ИЗУЧЕНИЕ «УСТРОЙСТВА» И ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА И ИХ КОПИРОВАНИЕ В ВИДЕ МОДЕЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Модельный путь – XX век

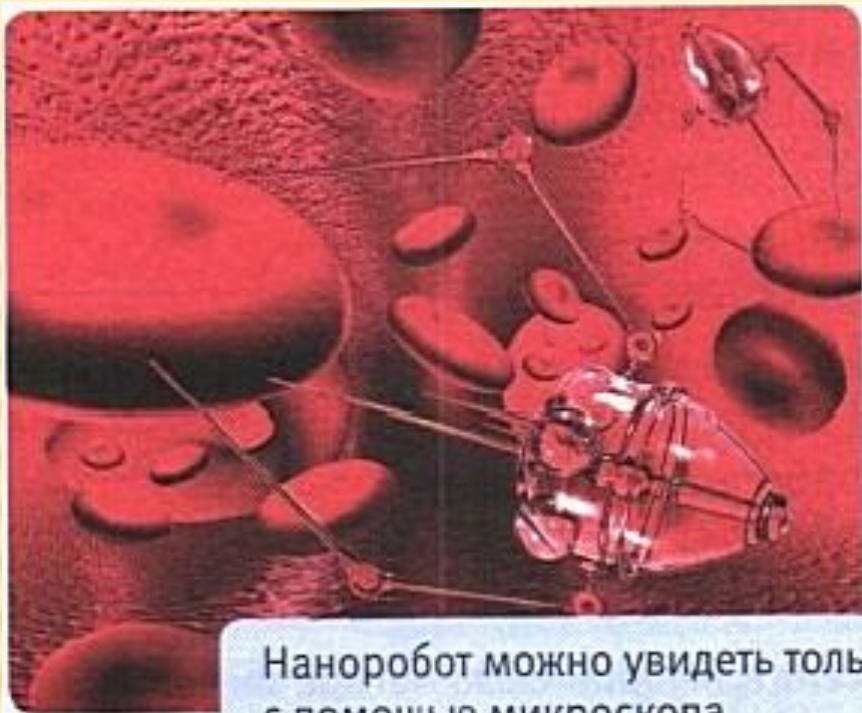


Технология твердотельной
микроэлектроники, воспроизводимая
в любой точке мира

Живая природа



Биоробототехнические
системы



Наноробот можно увидеть только с помощью микроскопа



Operativa.RU

Наностекло - прозрачный экран.



Офисная хайтек-одежда из наноматериалов

Основные области применения наноматериалов и нанотехнологий в настоящее время

Конструкционные
материалы

Инструментальные
материалы

Производственные
технологии

Триботехника

Ядерная энергетика

Электро-магнитная и
электронная техника

Защита поверхности
материалов

Медицина и
биотехнологии

Военное дело

Прогноз развития рынка продукции нанотехнологии на 2015год

