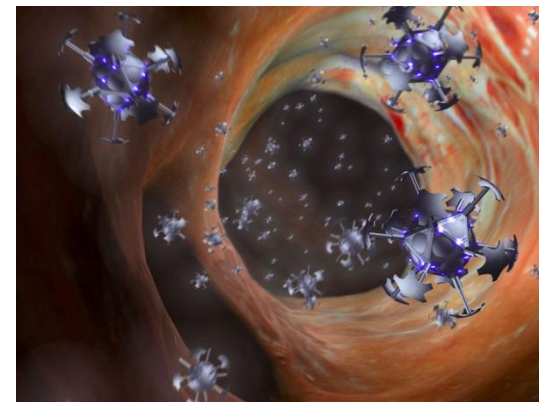


НАНОТЕХНОЛОГИИ: ФАНТАЗИИ или РЕАЛЬНОСТЬ?



NANOTECHNOLOGY 2012

NAN
202 

Technology Innovation
for Tomorrow
nano tech 2017
International Nanotechnology Exhibition & Conference

nanoTox
Safety in a Small World

TOP NANO 21
Technology-Oriented Program

nano SAFE '08
3 - 7 NOVEMBER / MINATEC - FRANCE

nature
nanotechnology

Google


RUSNANO
Russian Corporation of Nanotechnologies

nano  **NANOC**
2018

nanotechnologies|

nanO2018
Durham, North Carolina

Nanotech Northern Europe 2008

Nanotechnology Now
Your Gateway to Everything Nanotech

1st NANO TODAY CONFERENCE
AUGUST 2-5, 2009, SINGAPORE

 **Nanotechnology**

Santa Clara, May 20-24 2007
NSTI Nanotech
The Nanotechnology Conference and Trade Show



Какие ассоциации с «**нанотехнологиями**»?

Нанотехнологии – приемы создания, модифицирования и применения **наноматериалов**

«нанос» с греческого «карлик»

«нано» в математике: **1 нм** = 10^{-9} м

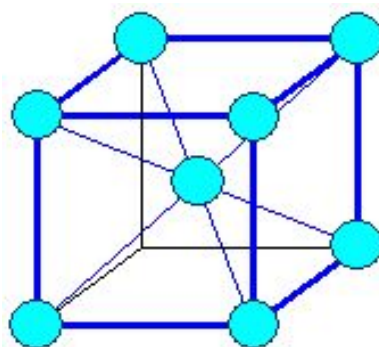
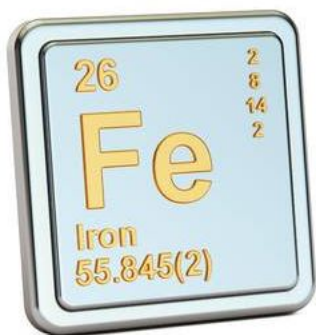
«нано» в материаловедении: **1...100 нм** = 10^{-9} ... 10^{-7} м



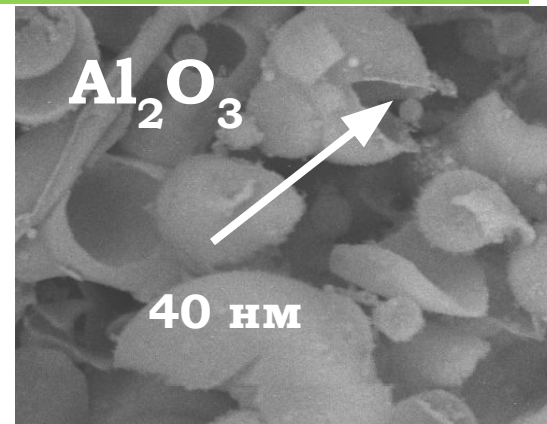
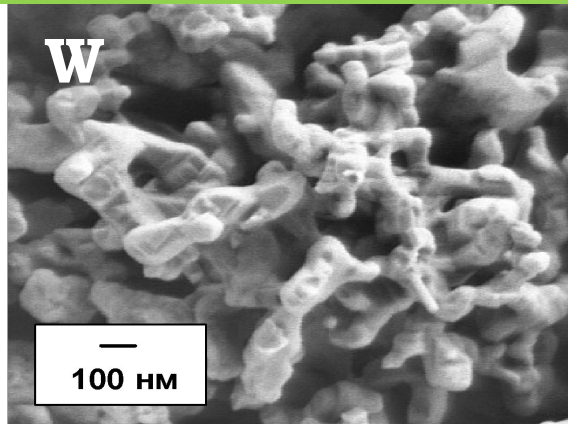
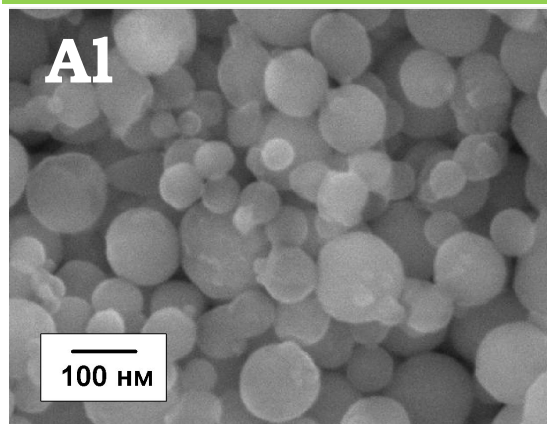
Нано материал / явление / процесс / объект /

Верхний предел (100...500 нм) – новые или измененные свойства

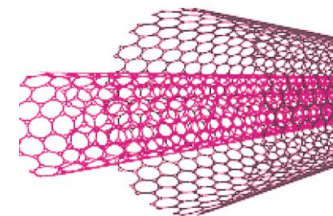
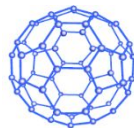
Нижний предел (1...5 нм) – критический размер данного вещества, при котором нанокристаллический материал существует, как структурный элемент, имеющий упорядоченное строение, то есть кристаллическую решетку.



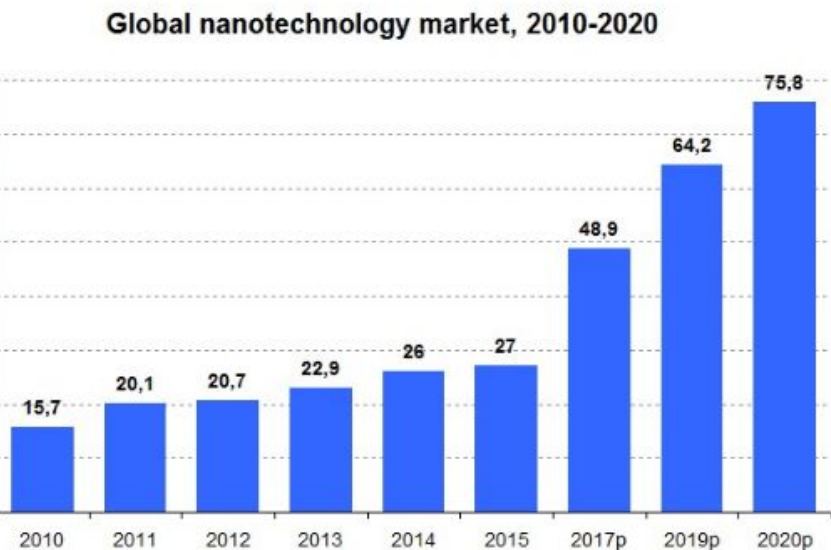
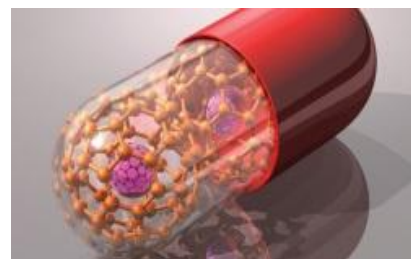
Так что же такое наноматериалы?



Наноматериалы – материалы, содержащие **структурные элементы**, геометрические размеры которых хотя бы в одном измерении составляют **1...100 нм**, и обладающие **качественно новыми свойствами**, функциональными и эксплуатационными характеристиками.



Мировой рынок НМ (млн. USD)



p = projections

Sources : BCC Research, 2010, 2012, 2014 and 2015; Research and Markets, 2015.

BBC Research and Materials, 2015



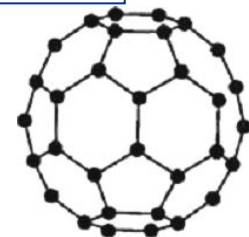
Углеродные НМ – это материалы, состоящие из больших (иногда гигантских) молекул, которые, в свою очередь построены исключительно из атомов углерода.

Алмаз –

Графит –

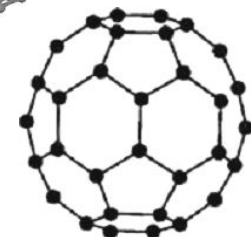
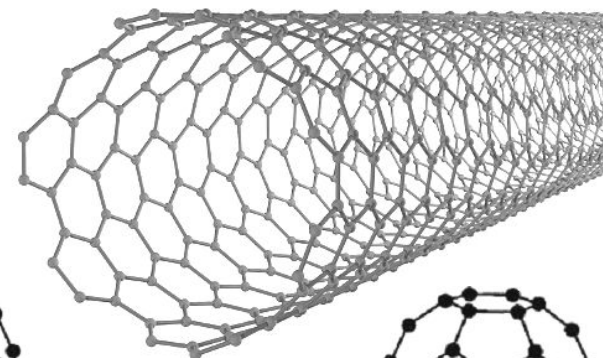
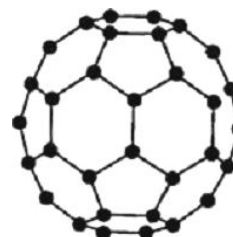
Карбин –

*привычные
модификации С*

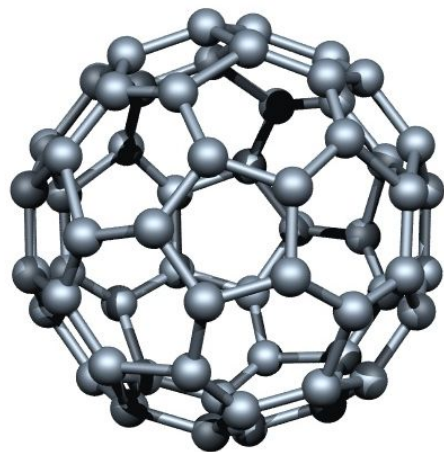


Новые материалы на основе С:

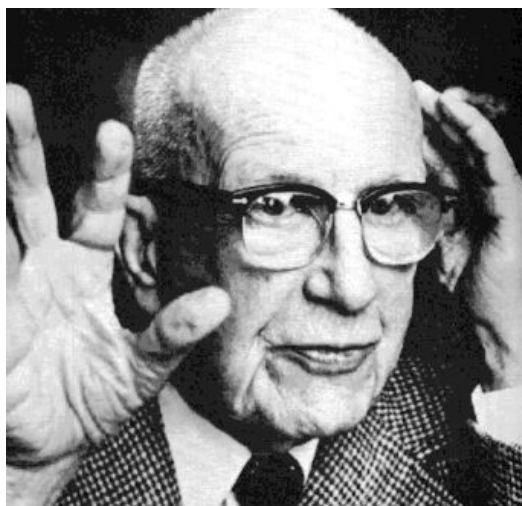
- Фуллерен и фуллериды
- Графен
- Нанотрубки, нановолокна
- Алмазоид



Фуллерены



(1973) 1985г.
Фуллерен C_{60}



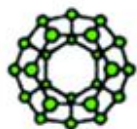
Р. Б. Фуллер
(1895-1983)



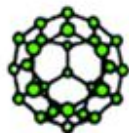
Montreal Biosphere
Expo-67



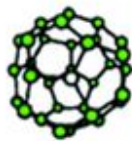
C_{20}



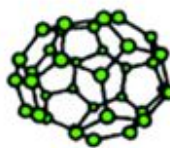
C_{24}



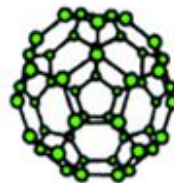
C_{28}



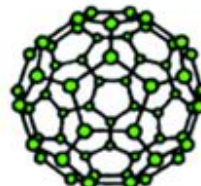
C_{32}



C_{36}



C_{50}



C_{60}



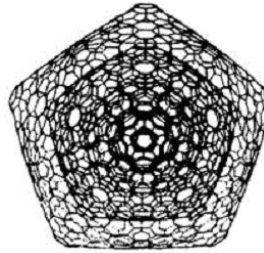
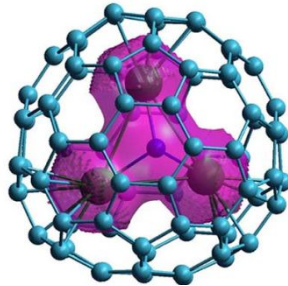
$C_{78:1} (D_3)$



$C_{84:23} (D_{2d})$

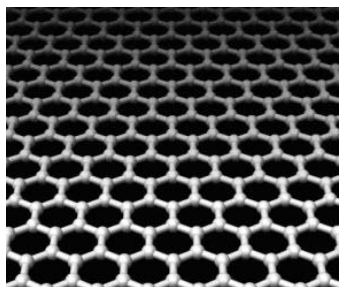
Некоторые применения фуллеренов

- ✓ **Создание фотоприемников** (полупров. с шириной запр.зоны 1,2-1,9 эВ и облад. фотопроводимостью)
- ✓ **Получение ферромагнитных материалов** (присоединение к C_{60} радикалов (группа Pt))
- ✓ **Получение сверхпроводников** (внедрение атомов La, Ni, Na, K, Rb, Cs, редкозем.элементов Tb, Gd, Dy).
- ✓ **Получение ограничителей интенсивности лазерного излучения** (нелинейн. оптич. св-ва)



- ✓ **Упрочнение материалов** (износостойкие стали, коэффициент трения которой приближается к алмазоподобным покрытиям)
- ✓ **Изготовление ультратвердых материалов** (Фуллеритовые пирамидки и иглы используются для измерения твердости алмазов и алмазных)
- ✓ **Электроды для аккумуляторов и электрических батарей** (Li_4C_{60} супер-ионный проводник)
- ✓ **Адресная доставка лекарств** (наполнение сфер лекарством).

Графен (2004)

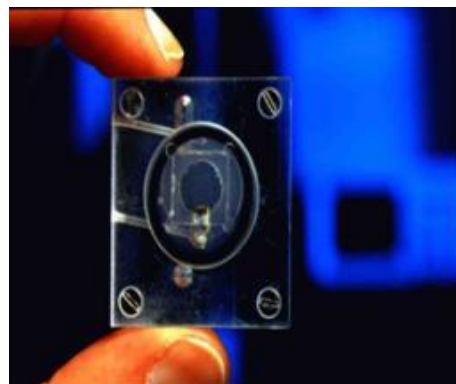


- ❑ Ультратонкий, механически прочный, прозрачный, гибкий и электропроводящий материал.
- ❑ В 200 раз прочнее, чем сталь
- ❑ Теплопроводность графена в 10 раз выше, чем у меди.
- ❑ Доля поглощенного света в широком интервале не зависит от длины волны
- ❑ Плотность– 0.77 мг/м².



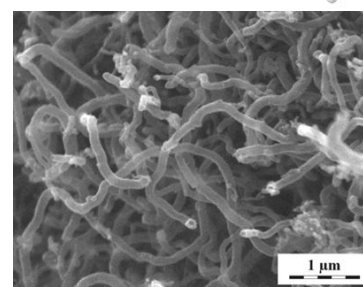
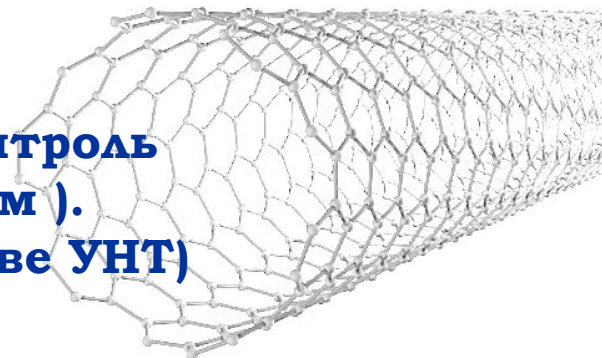
Гамак из графена площадью 1 м² (77 мг).

- ✓ **транзисторы толщиной до 10 нм**
- ✓ **сверхчувствительные сенсоры для обнаружения отдельных молекул хим. веществ**
- ✓ **электроды в суперконденсаторах для источников тока**



Углеродные нанотрубки

- ✓ Катализаторы
- ✓ Фильтров и адсорбентов ($600 \text{ м}^2/\text{г}$).
- ✓ Тончайший измерительный инструмент (контроль неоднородностей поверхности электрон. схем).
- ✓ Светозащитные экраны (композиты на основе УНТ)



- ✓ Создание молек. сит высокой селективности и газопроницаемости (набор УНТ с зад. внут. диам.).
- ✓ Изготовление датчиков для обнаружения молекул в газовой среде или в растворах с ультравысокой чувствительностью



Какие бывают нанопорошки?

Pt

ZrO₂

Au

20 nm

КОМПОЗИТ

ZnO

Al

100 nm

100 nm

W

100 nm

Al₂O₃

SiO₂

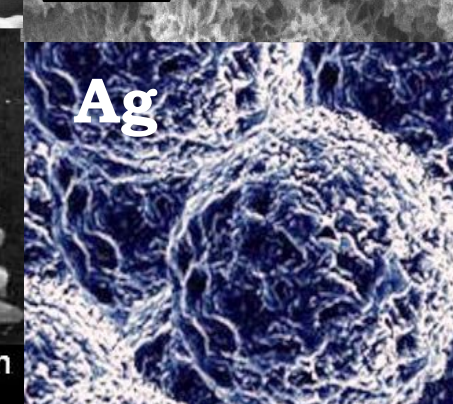
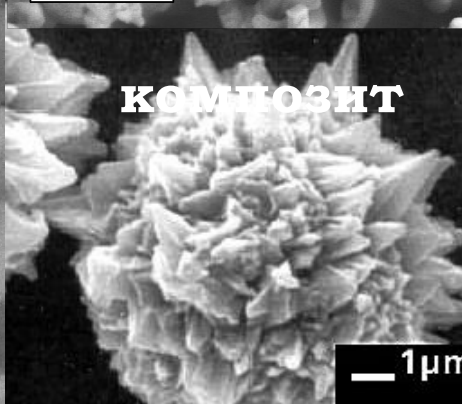
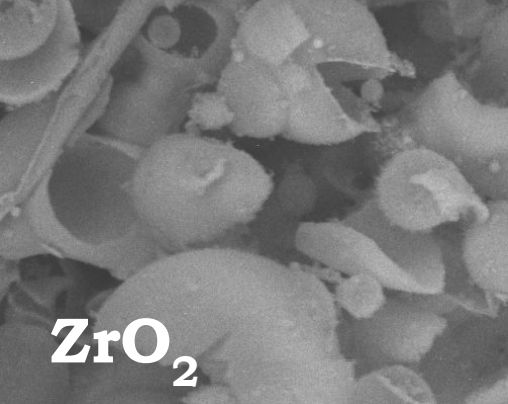
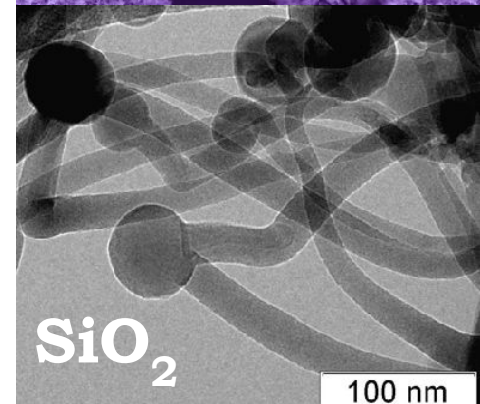
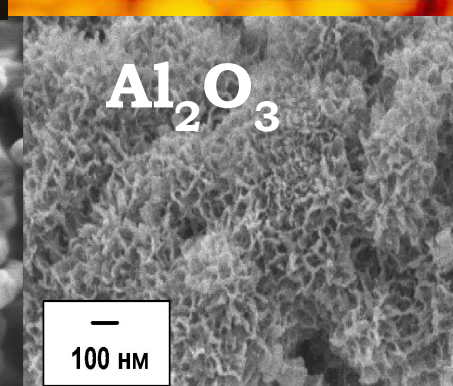
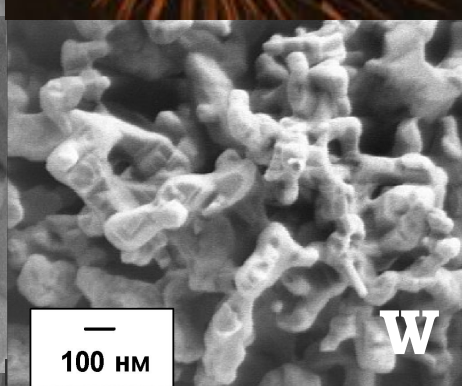
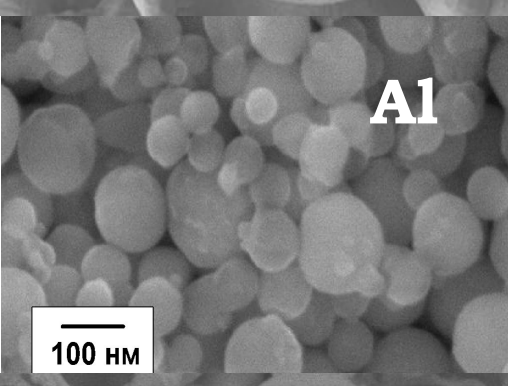
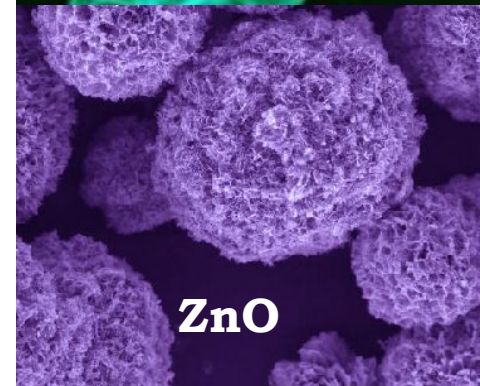
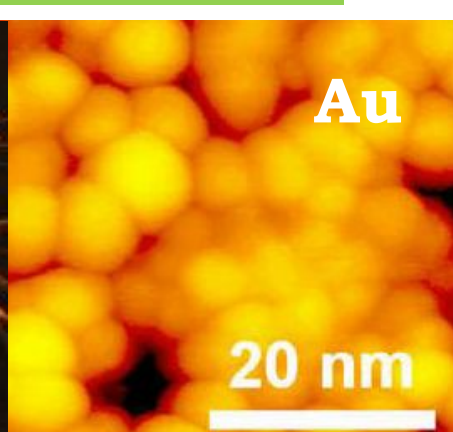
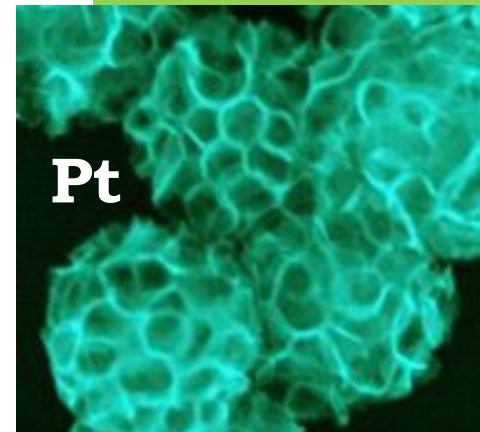
100 nm

ZrO₂

КОМПОЗИТ

1 μm

Ag



- ✓ носители лекарств для наномедицины (Fe_2O_3)
- ✓ очистка воды и воздуха (Al, Fe)
- ✓ биодобавки (профилактики и лечение (Ag))
- ✓ добавки в косметич. средства, мази, крема (TiO_2 , ZnO, CeO_2)



□ производство противомикробных покрытий, лаков и красок (Ag , TiO_2 , ZnO, C_{60})

□ добавки в зубные пасты (ZnO , SiO_2).

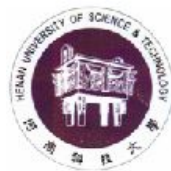
✓ изготовление стоматологических протезов

✓ биосовместимые покрытия (силикаты)



Научно-образовательный инновационный центр «Нанотехнологии и наноматериалы»

“Подготовка востребованных специалистов XXI века для
производства, науки, образования и бизнеса!”



Université 
de Montréal



Feng Chia University

