

# НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ

Занятие 8  
018.04.2017

Наноструктуры имеют свои «кирпичики».

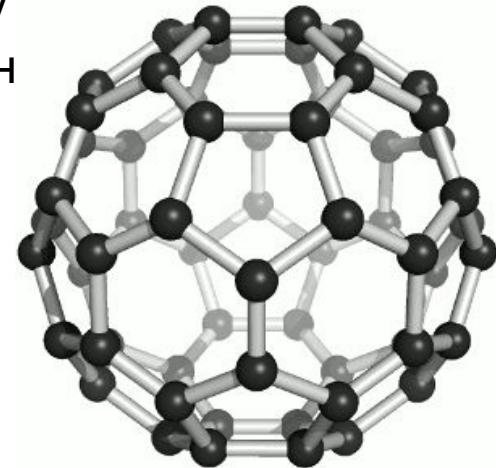
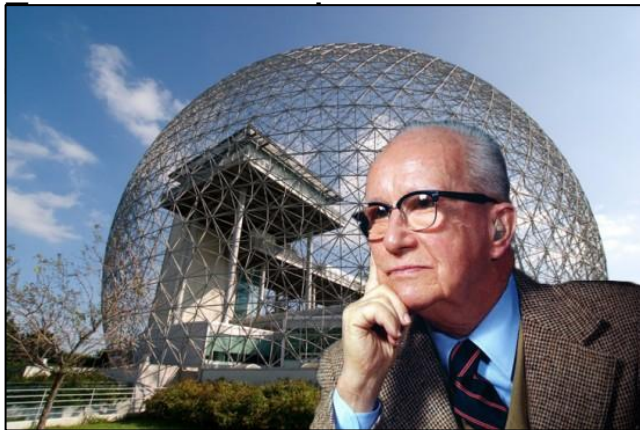
Эти кирпичики представлены:

- Графеном
- Углеродными нанотрубками
- **Фуллеренами**

**Фуллерен**, бакибол, или букибол — молекулярное соединение, принадлежащее классу аллотропных форм углерода и представляющее собой выпуклые замкнутые многогранники, составленные из чётного числа трёхкоординированных атомов углерода.

Своим названием фуллерены обязаны инженеру и архитектору —

одезические конструкции построены

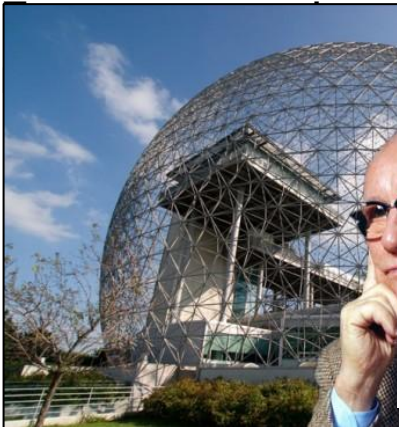


Наноструктуры им  
Эти кирпичики пре

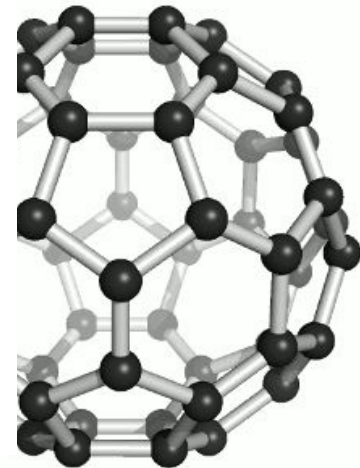
- Графеном
- Углеродными н
- **Фуллеренами**

**Фуллерен**, бакиби  
классу аллотропн  
многогранники, со  
углерода.

Своим названием



длежащее  
ые замкнутые  
х атомов

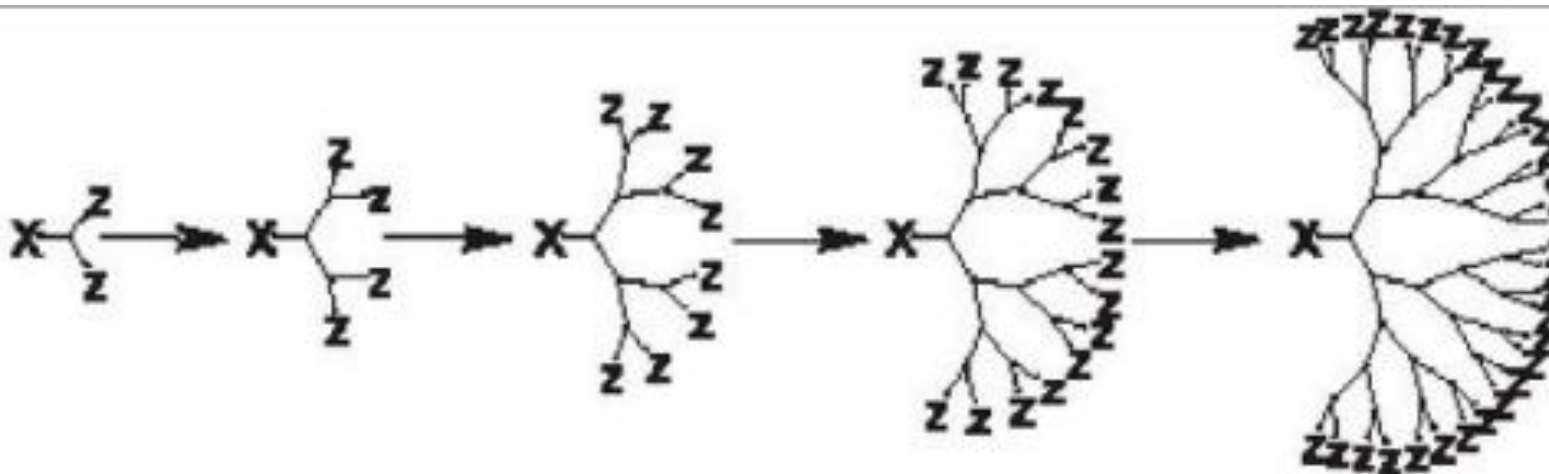


Наноструктуры имеют свои «кирпичики».

Эти кирпичики представлены:

- Графеном
- Углеродными нанотрубками
- Фуллеренами
- **Другие**

Дендример или арборол (англ. dendrimer) — макромолекула с симметричной древообразной с регулярными ветвлениями структурой

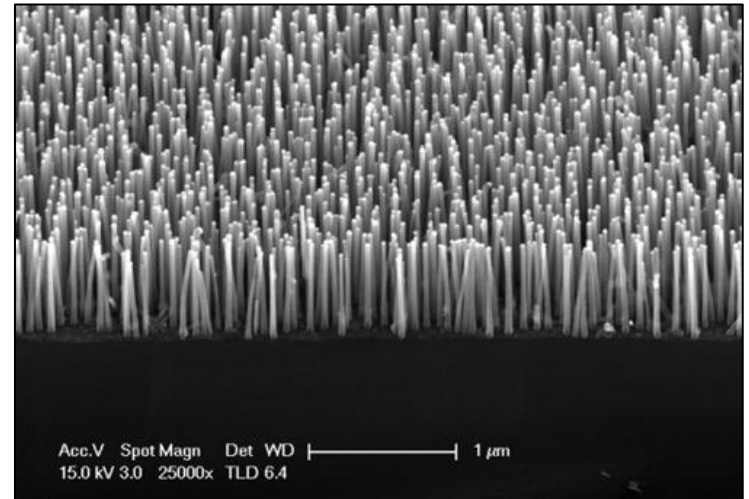
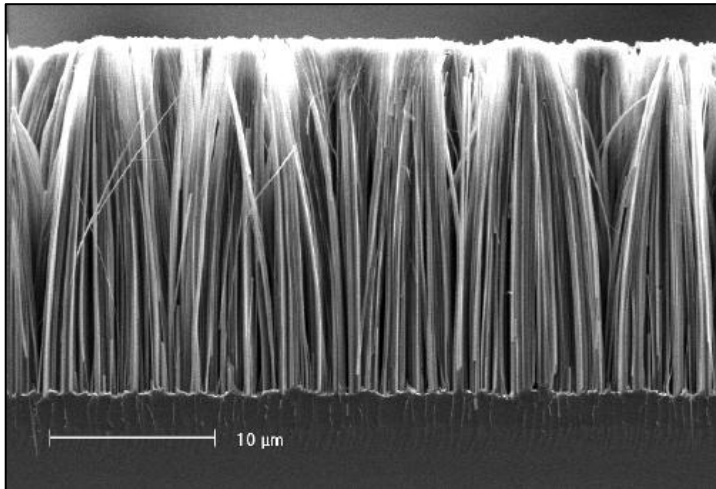


Наноструктуры имеют свои «кирпичики».

Эти кирпичики представлены:

- Графеном
- Углеродными нанотрубками
- Фуллеренами
- **Другие**

Нанопроволоки (нанонить, нановискер) – нитевидный нанокристалл, кристалл с диаметром около нанометра. Их диаметр может быть в 1000 раз меньше длины. Проявляются квантовые эффекты, поэтому ещё их называют квантовыми проволоками.



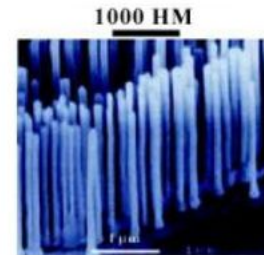
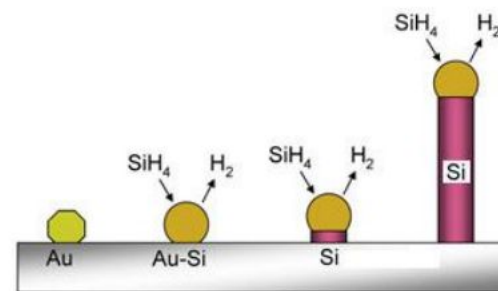
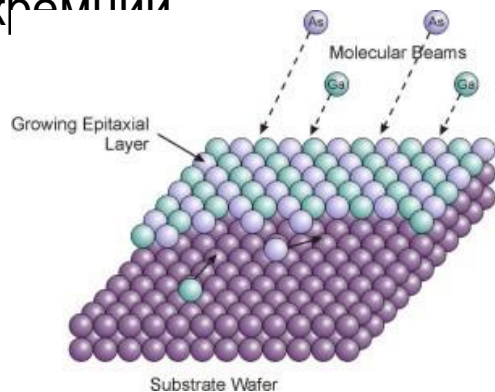
Наноструктуры имеют свои «кирпичики».

Эти кирпичики представлены:

- Графеном
- Углеродными нанотрубками
- Фуллеренами
- **Другие**

Нанопроволоки можно получить методом эпитаксии (закономерное нарастание одного кристаллического материала на другом). По механизму это осаждения вещества на подложку из парогазовой фазы или плазмы, а также из растворов.

Наночастицу золота помещают в атмосферу газа силана ( $\text{SiH}_4$ ), и эта наночастица становится катализатором реакции распада силана на водород и кремний



Yang, P. et al., *Chem. Eur. J.* 8:6 (2002)

Наноструктуры имеют свои «кирпичики».

Эти кирпичики представлены:

- Графеном
- Углеродными нанотрубками
- Фуллеренами
- **Другие**

Спонтанный рост.

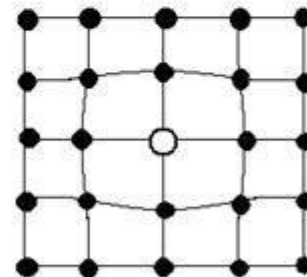
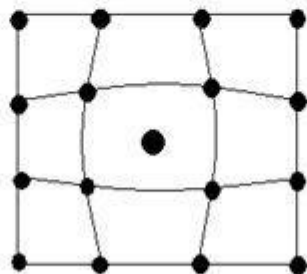
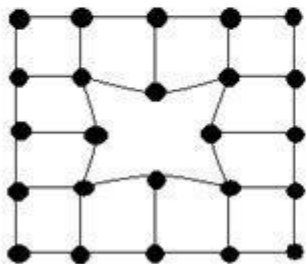
Спонтанное образование ННК происходит с помощью дефектов кристаллической решётки: дислокаций, присутствующих в определенных направлениях или анизотропии роста различных граней кристалла.

## **Точечные дефекты кристаллической решетки**

Это вакансии,

межузельные атомы,

примесные атомы.

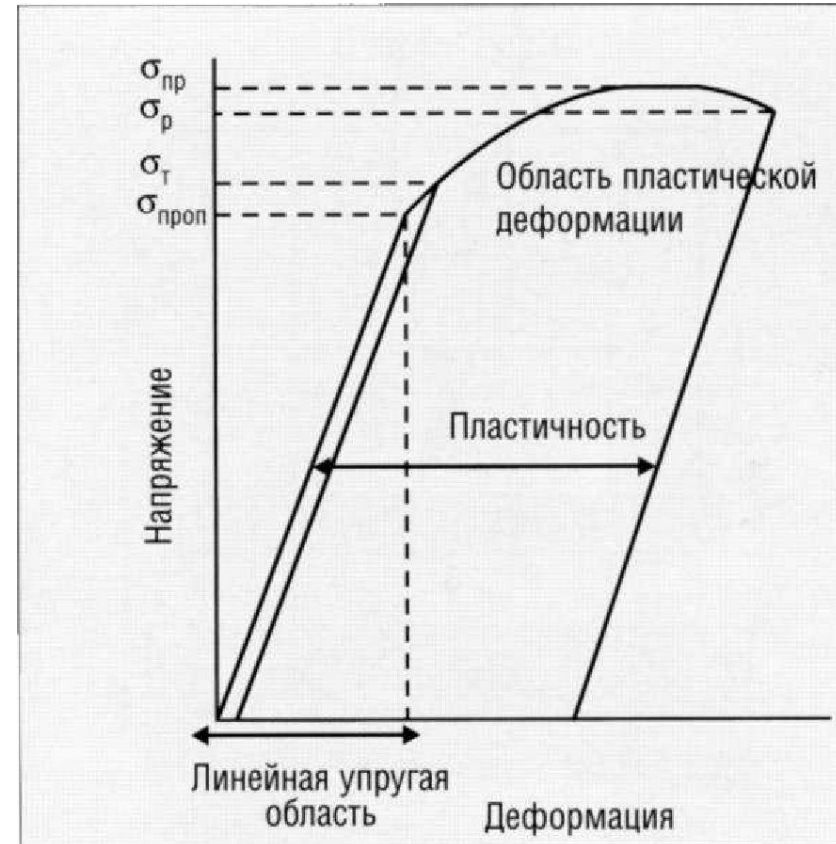


Нанопроволоки очень прочные.

При деформации структурные неоднородности образца (дефекты кристаллической решетки или дислокации) начинают двигаться и, сталкиваясь с другими, образуют микротрещины.

## ДЕФОРМАЦИИ

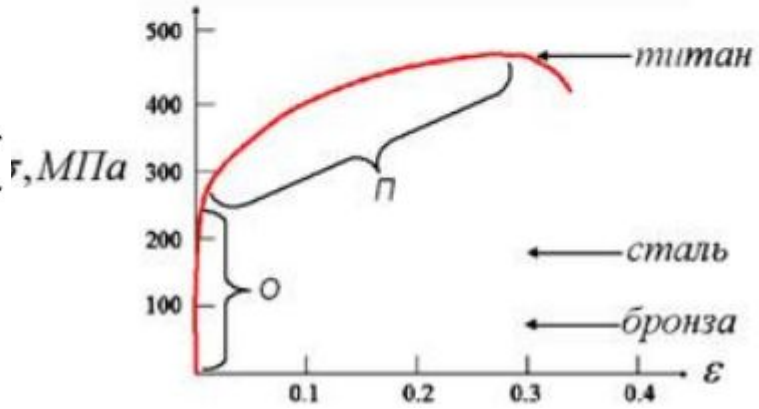
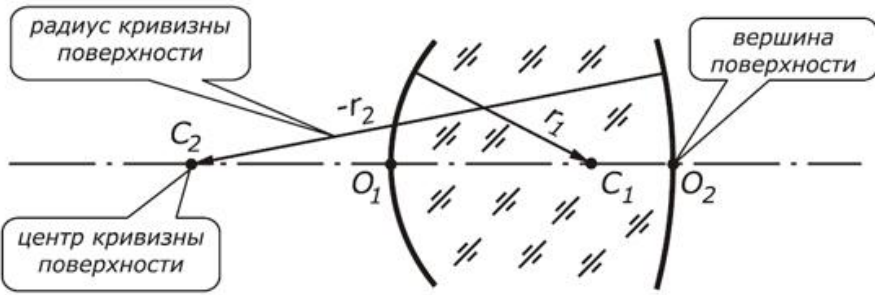
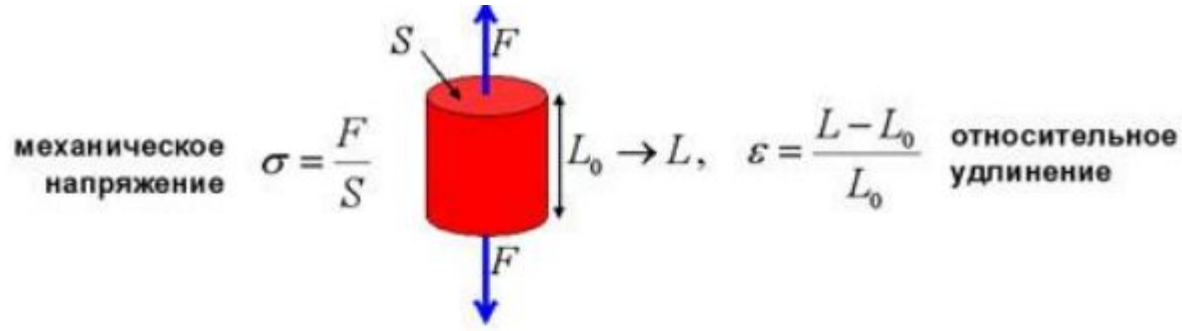
**упругие** – исчезающие после  
удаления нагрузки;  
**остаточные** – остающиеся после  
удаления нагрузки.



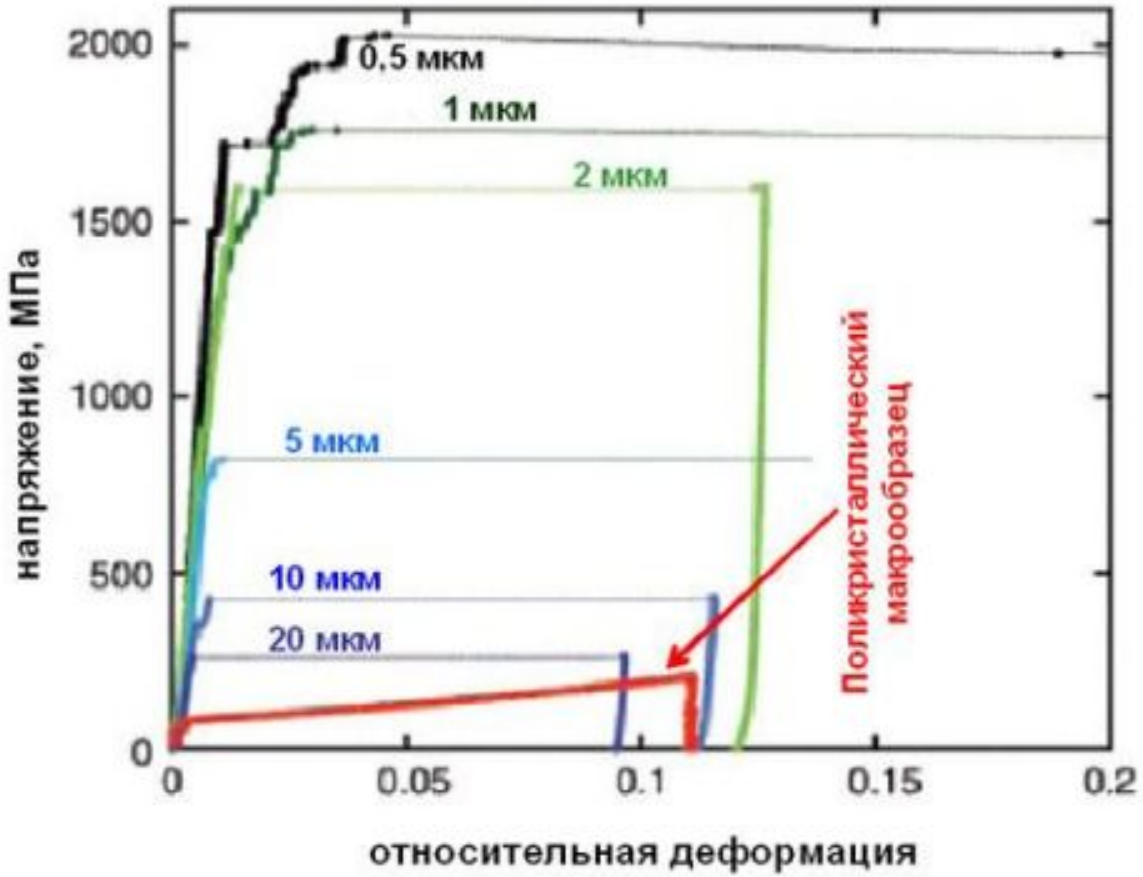


Нанопроволоки очень прочные.

Нанопроволока – это монокристалл, в кристаллической решетке которого практически отсутствуют дефекты. Поверхность нанопроволоки, имеющая малый радиус кривизны (около 10 нм), сильно сжата и поэтому препятствует движению дислокации наружу, т.е. образованию микротрещины.



Нанопроволоки очень прочные.



- сила трения прямо пропорциональна нормальной составляющей силы, сжимающей поверхности скользящих тел, и всегда действует в направлении, противоположном направлению движения.
- сила трения не зависит от величины поверхности соприкосновения.
- сила трения не зависит от скорости скольжения.
- сила трения покоя всегда больше силы трения скольжения.
- силы трения зависят только от двух материалов, которые соприкасаются друг по другу.

### Сила трения

Сила, возникающая в плоскости касания тел при их относительном перемещении

The diagram shows a wooden block on a grey surface. A person in a blue shirt is pushing the block to the right. Three force vectors are shown: a red vector  $\vec{N}$  pointing vertically upwards from the center of the block, a black vector  $m\vec{g}$  pointing vertically downwards from the center, and a blue vector  $\vec{F}_{\text{Тр}}$  pointing horizontally to the left from the bottom-left corner of the block. Below the diagram is a graph with a vertical axis and a horizontal axis labeled 'смещение' (displacement). The graph shows a red curve that starts at the origin, rises to a peak, and then drops to a constant horizontal line. The rising part is labeled 'трение покоя' (static friction) and the horizontal part is labeled 'трение скольжения' (kinetic friction).

$F_{\text{Тр}} = \mu N$

трение покоя

трение скольжения

смещение