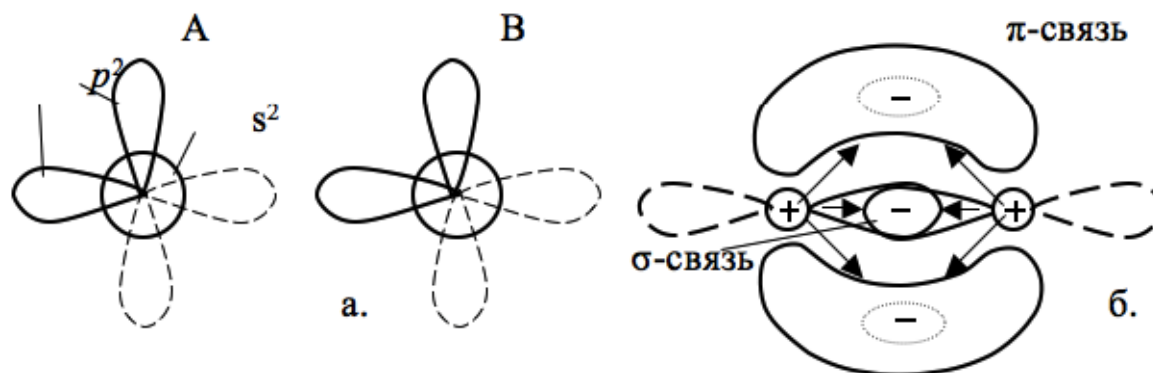


Лекция 2

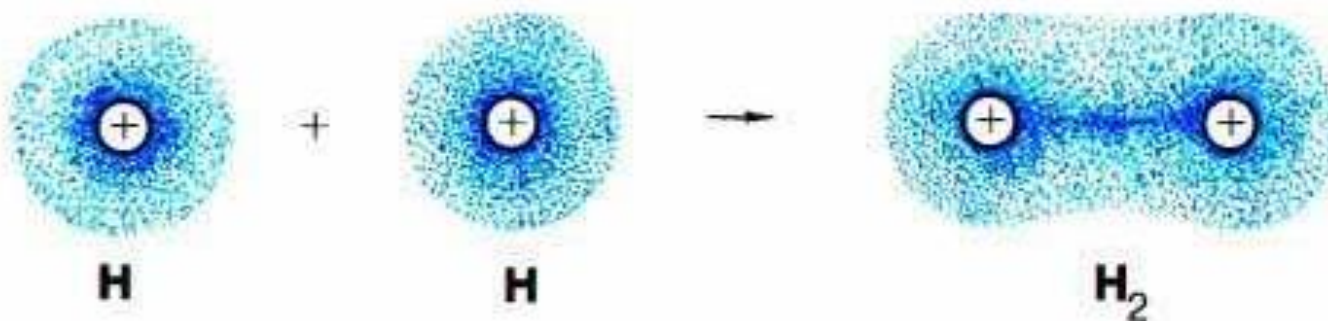
Аллотропы углерода

Ковалентная связь



Отличительной особенностью ковалентной связи является ее **насыщенность**. При образовании молекулы с ковалентной связью стягивается воедино такое число атомов

оболоч
Другой
Плотно
больше
числа
электр



тойчивую

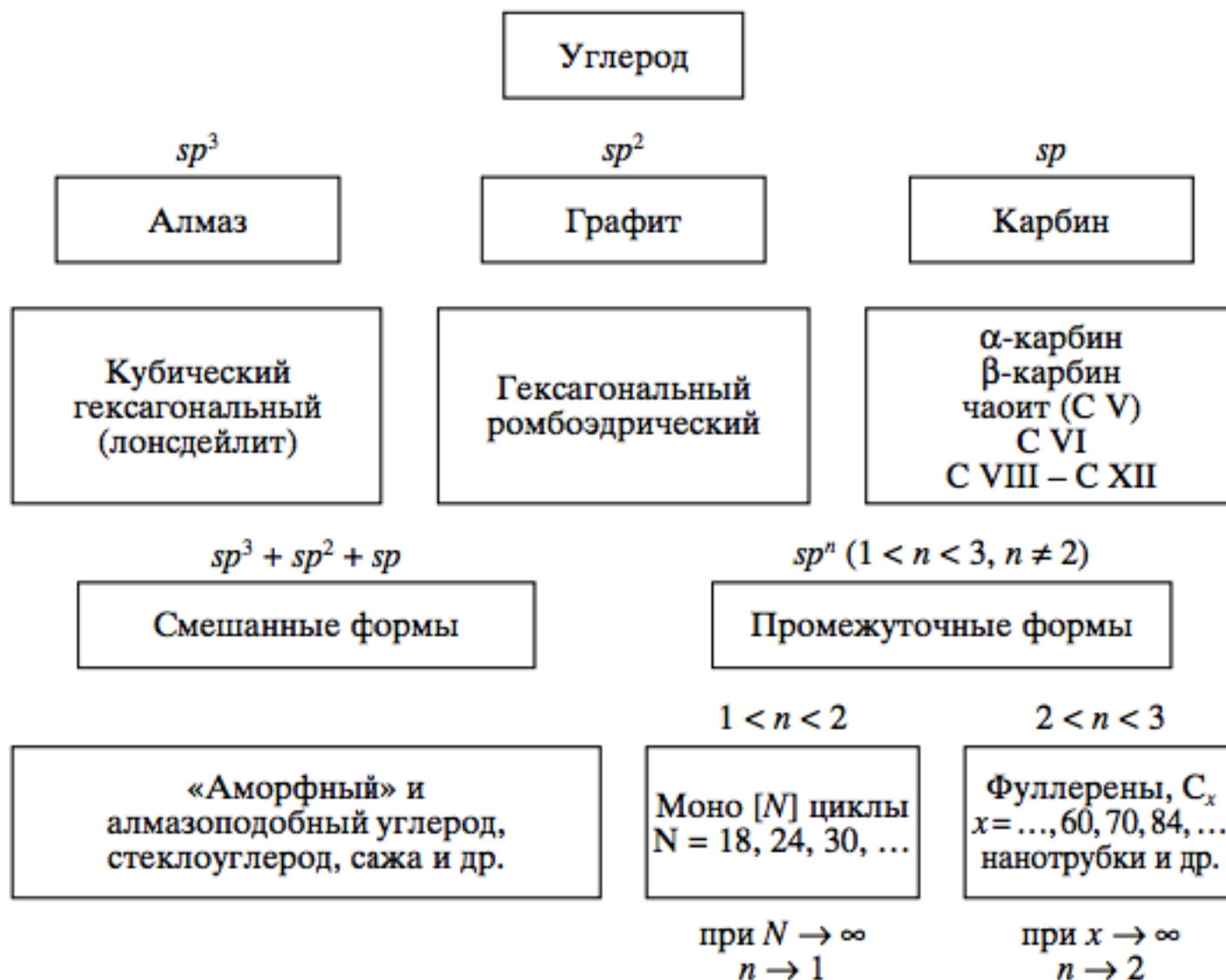
ленность.

зчительно
ависят от
апример,
кулярных

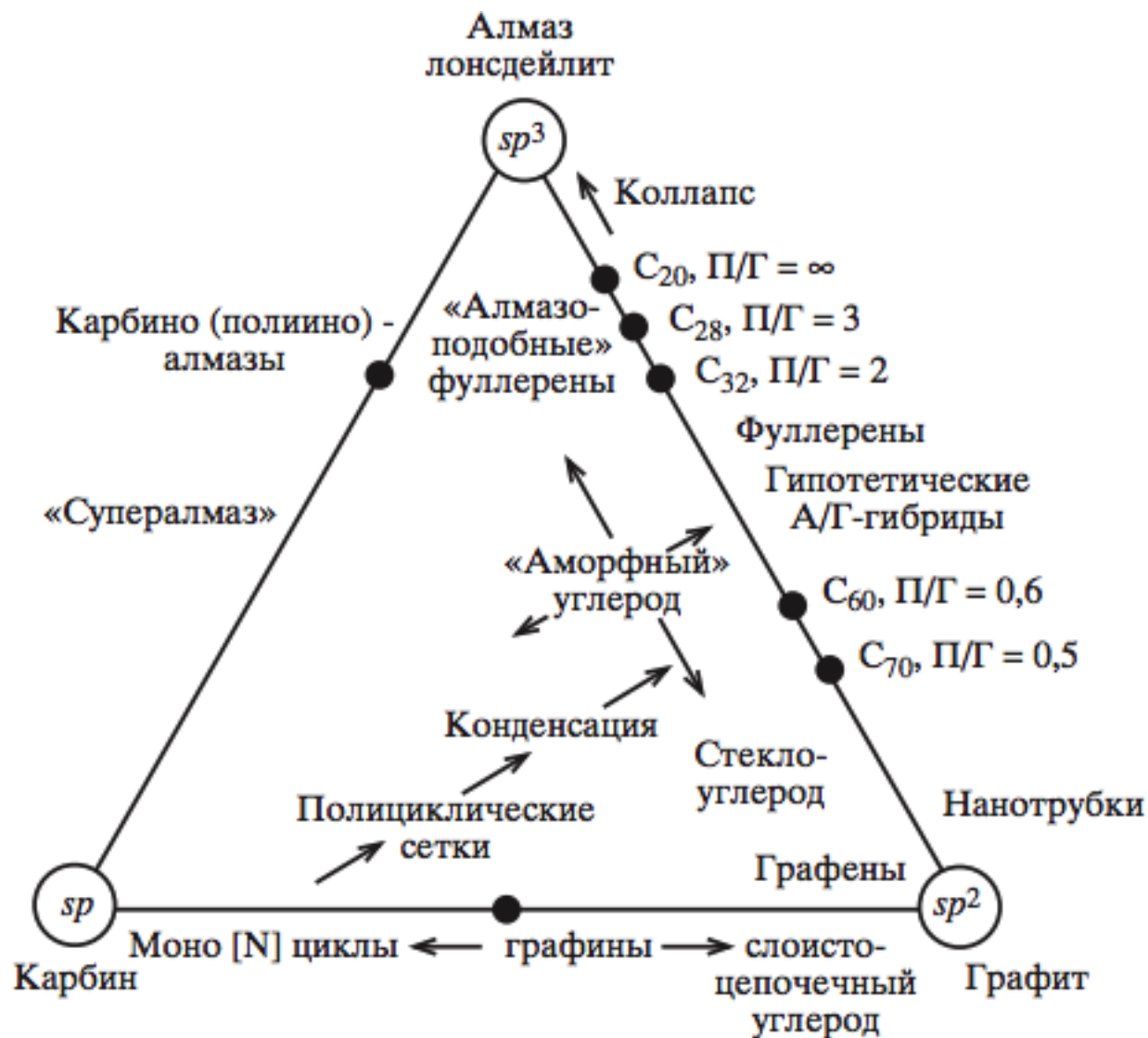
направлениях и это сказывается на направлении ковалентных связей, в которых участвуют *p*-электроны.

В большинстве случаев взаимодействия многоэлектронных атомов, внешние электроны находятся в гибридных состояниях. Так, в частности, углерод образует четыре гибридные *s-p*-ковалентные связи.

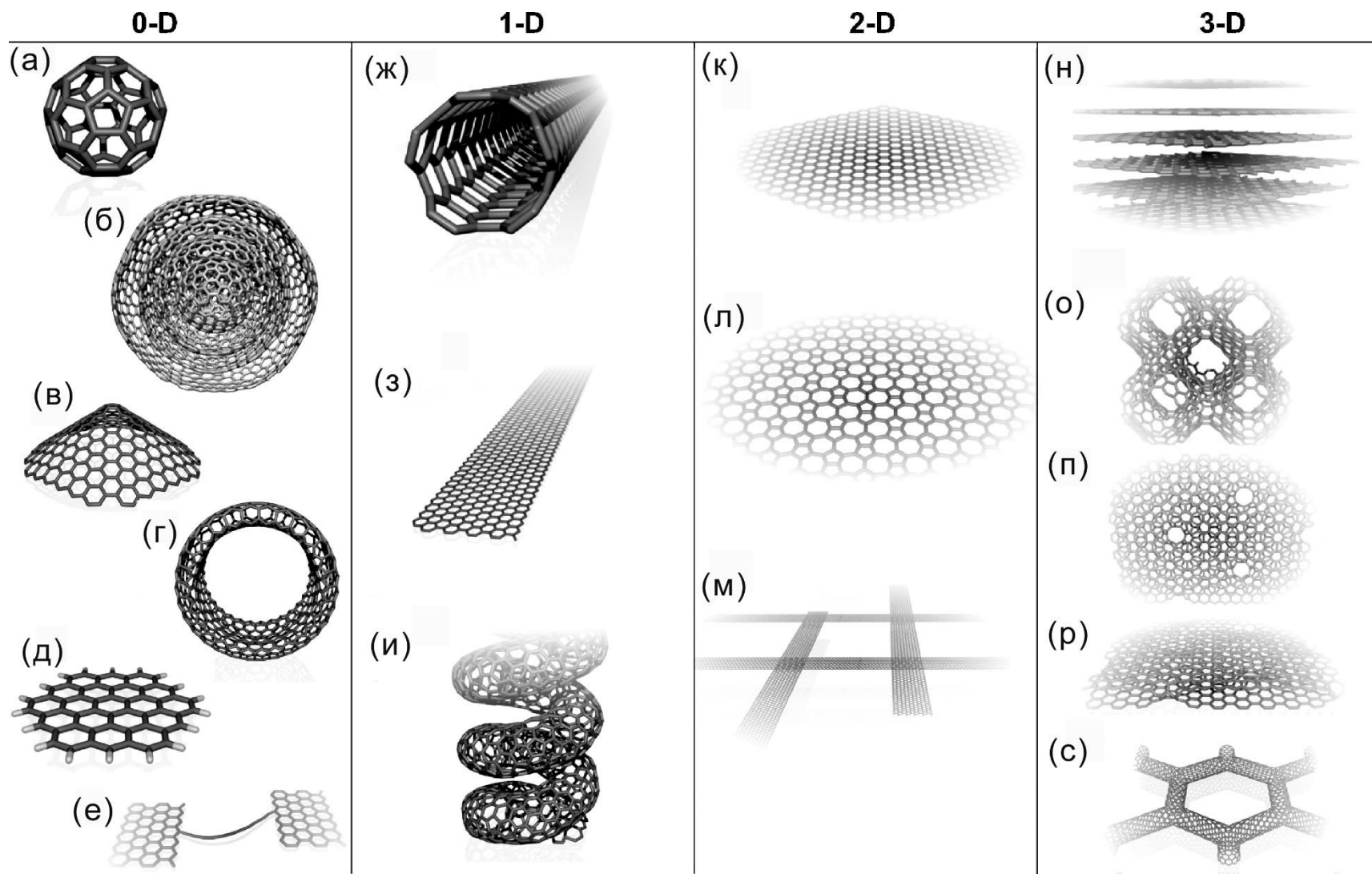
Классификация аллотропов углерода



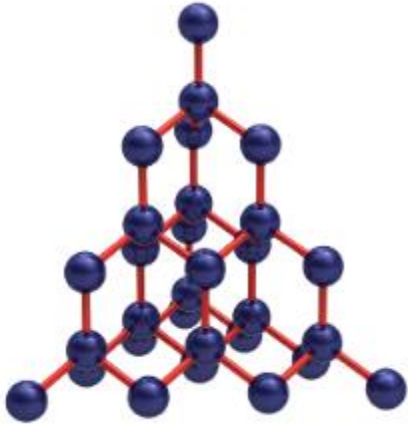
Классификация аллотропов углерода



Классификация аллотропов углерода



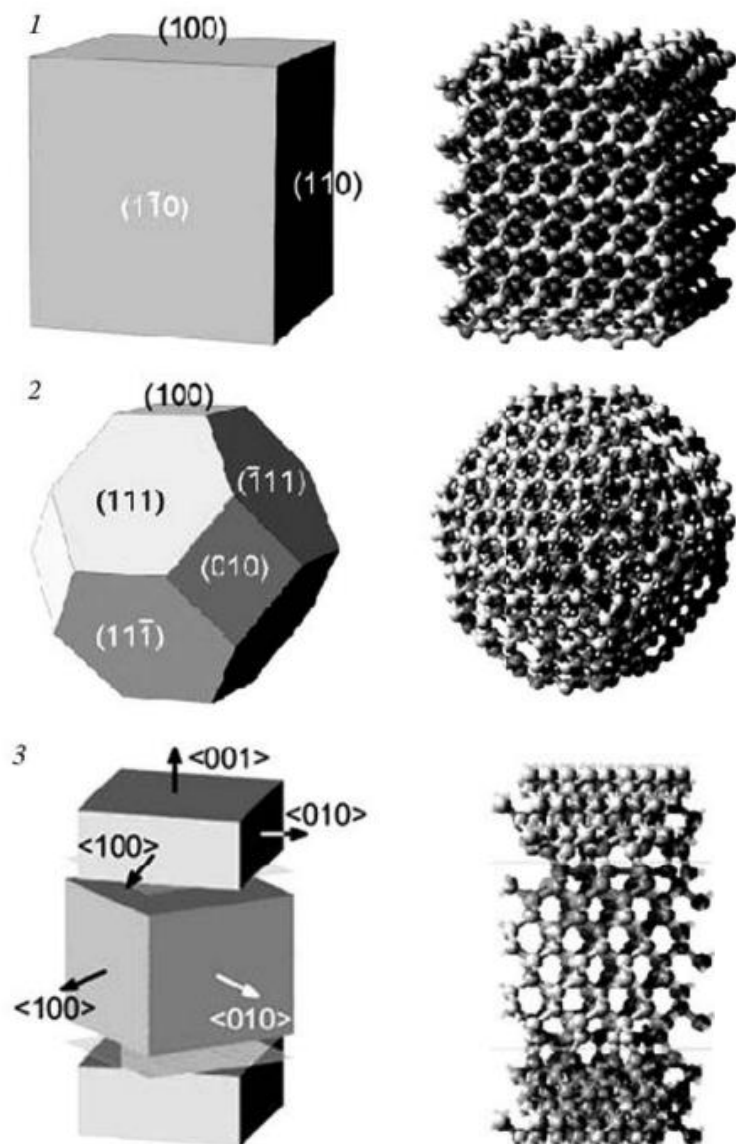
Алмаз



Алмаз – бесцветное прозрачное вещество с сильной лучепреломляемостью.

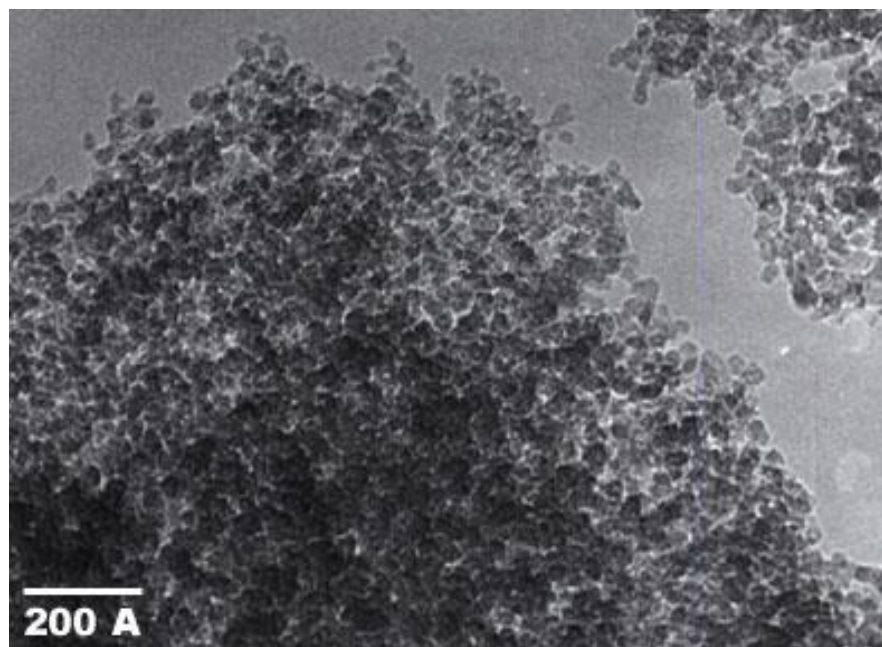
- Каждый из 4-х атомов углерода связан с другими четырьмя атомами ковалентной связью, а, следовательно, имеет sp^3 -гибридизацию. Угол $109,47^\circ$
- Обладает твердостью, превосходящей твердость всех известных в природе веществ. Химически очень устойчив.
- Плотность алмаза $3,5 \text{ г/см}^3$.
- Можно получить из графита при $p > 50$ тыс. атм. и $t_0 = 12000 \text{ C}$.
- Температура плавления $3700\text{-}4000 \text{ C}$. На воздухе алмаз сгорает при $850\text{-}1000 \text{ C}$, а в струе чистого кислорода горит слабо-голубым пламенем при $720\text{-}800 \text{ C}$, в конечном счете превращаясь в углекислый газ. При нагреве до 2000 C без доступа воздуха алмаз переходит в графит за 15-30 минут.

Наноалмаз



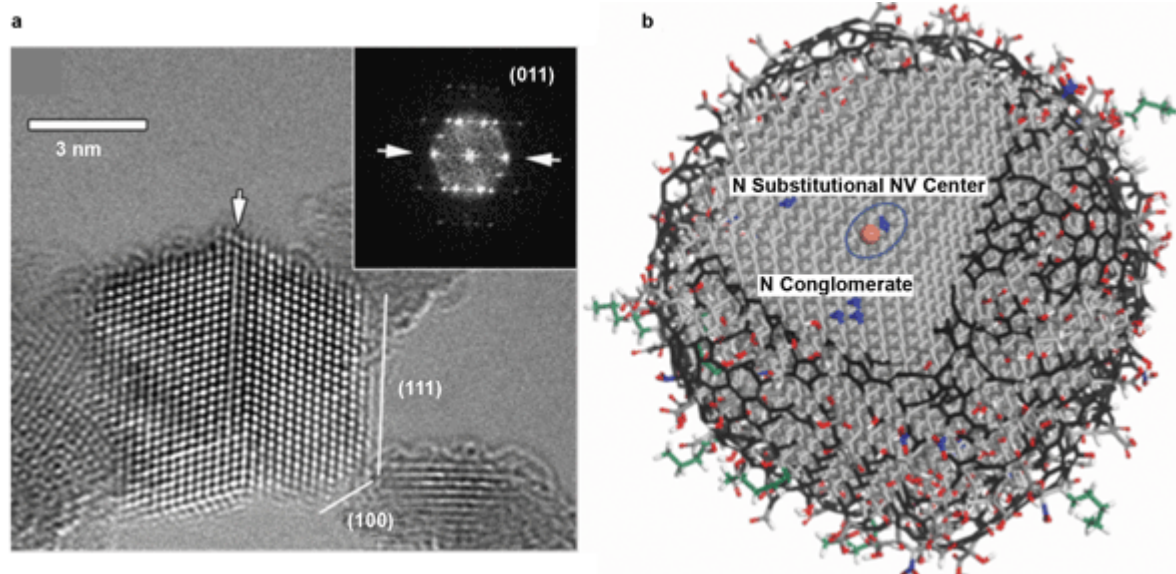
К **наноалмазам** относятся достаточно разнородные по структуре и свойствам УНМ, у которых атомы имеют sp^3 -координацию. Могут быть в виде наноигл, нановолокон, наночастиц, усов, жгутов, проволок, цветов, кораллов, дендритов и др.

Используются в качестве антифрикционных, абразивных материалов, для роста алмазных пленок, для получения поликристаллических алмазов, упрочняющих покрытий, в медицинских и биологических целях.



Наноалмаз

Пример детонационного наноалмаза.



DOPANTS/IMPURITIES

- Nitrogen impurities (potentially fluorescence)
- Boron doping (electroconductivity)
- ^3H doping (radiolabeling)

CORE

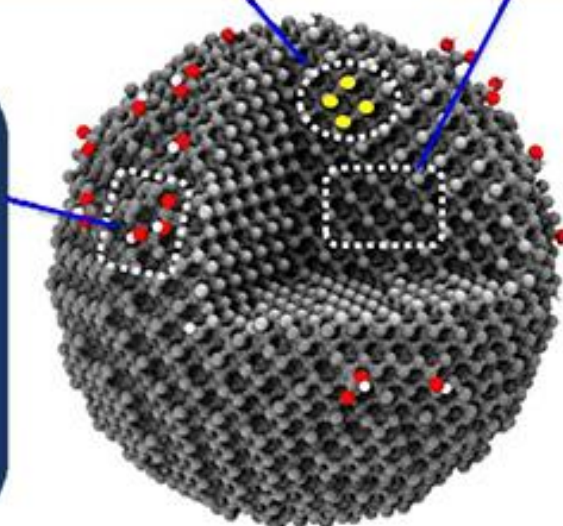
- Mechanical/chemical stability
- Inherent biocompatibility
- Large bandgap (transparency)
- High refractive index (UV scattering)
- High thermal conductivity

SURFACE CHEMISTRY

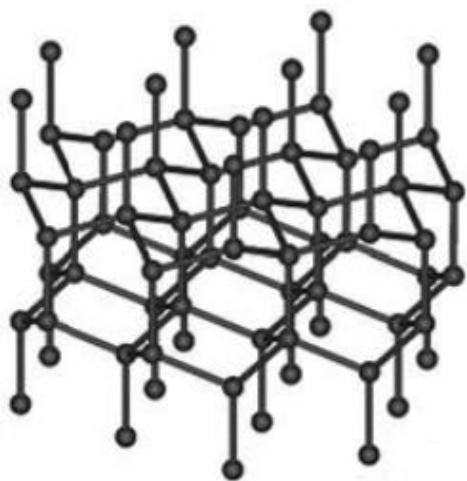
- Colloidal stability
- Uniformity of NDs distribution in nanocomposites
- Conjugation with biomolecules
- Drug adsorption
- Electron affinity (e.g. negative)
- Catalytic properties
- Self-assembly into photonic crystals
- Biocompatibility

SIZE AND SHAPE

- Size ~4-6nm
- Shape close to spherical
- Influence reactivity
- Interactions with cells
- Ball rolling in nanolubricants



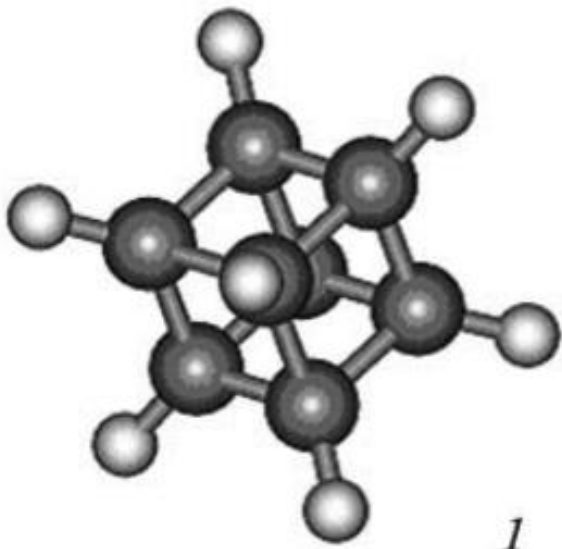
SP³-структуры



Лонсдейлит

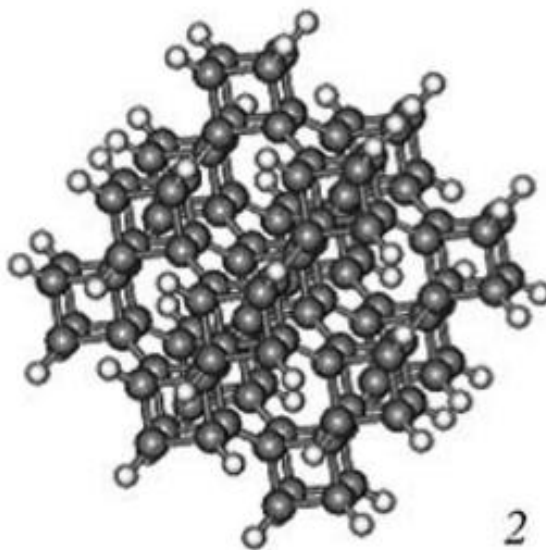
Все атомы в кристаллах образуют четыре эквивалентные ковалентные сигма-связи с соседними атомами. К таким структурам относятся алмаз и ряд его политипных разновидностей, а также теоретически предсказанные суперкубан и ректангулан.

Лонсдейлит наблюдался в частичках метеоритов, а также был синтезирован искусственно, однако, не в чистом виде, а в саовкупности с алмазом.



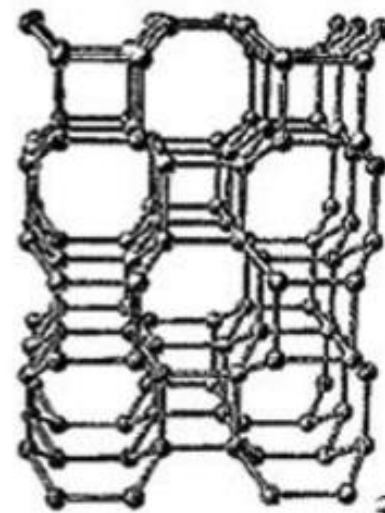
кубан

1



кластер C120H56

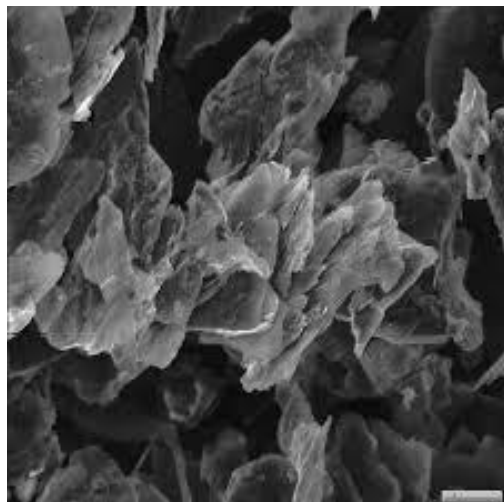
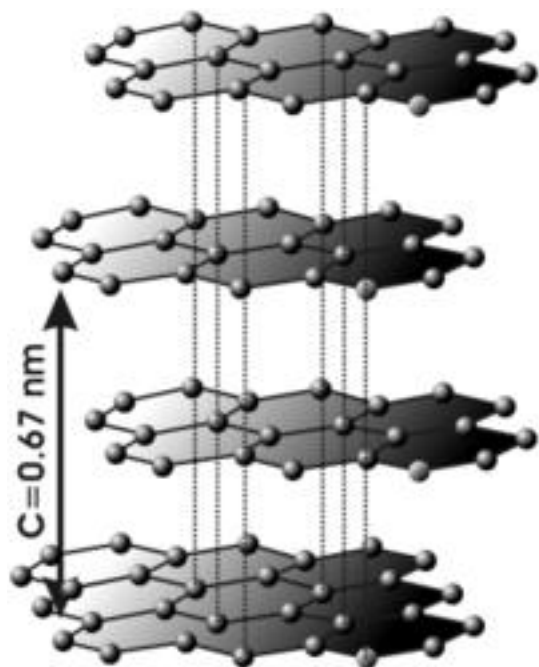
2



ректангулан

3

Графит



Графит – одна из аллотропных модификация углерода. Имеет слоистую структуру. Слои слабоволнистые, почти плоские, состоят из шестиугольных слоёв атомов углерода.

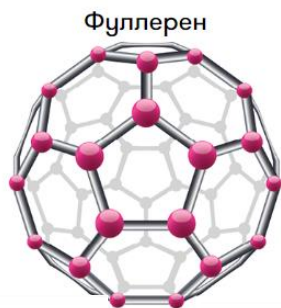
- Непрозрачен, серого цвета с металлическим блеском. Скользящий на ощупь.
- Угол связи в плоскости 120 градусов.
- Хорошо проводит электрический ток.
- Одно и самых мягких из твердых материалов (1-2 по шкале Мооса).
- Тугоплавкий, в кислотах не растворяется.
- Способен смазывать поверхность другого вещества.
- Четвертый электрон делокализован (как в металле).
- Связи между плоскостями слабые, Ван-дер-Ваальсовы.

SP²-структуры

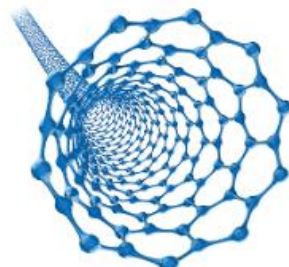
Углеродная нанотрубка



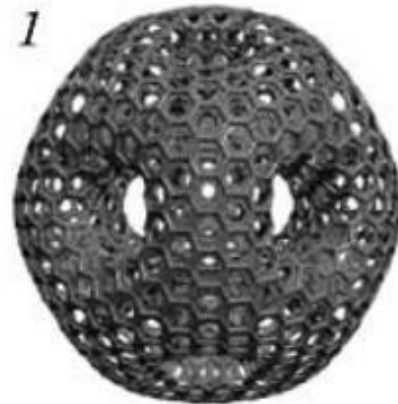
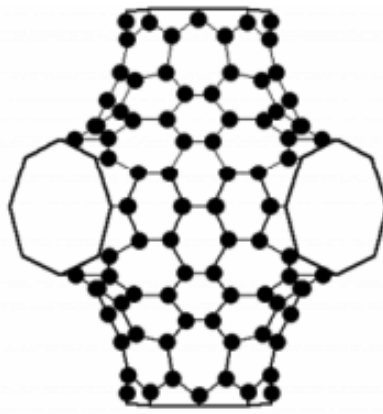
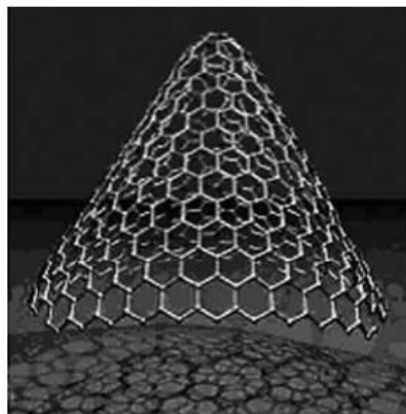
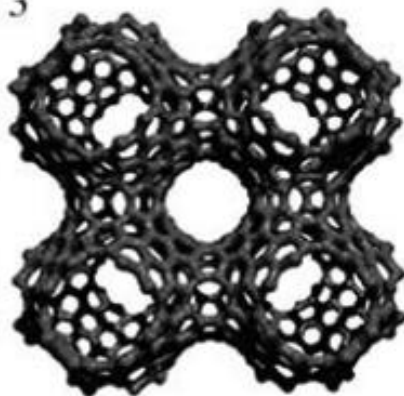
1



3

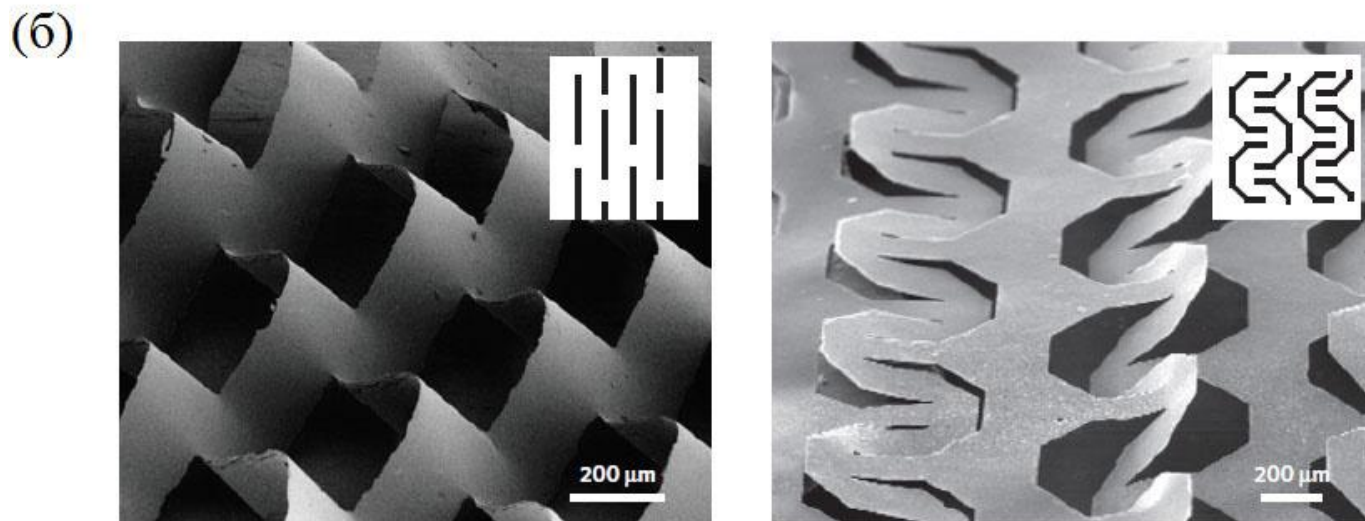
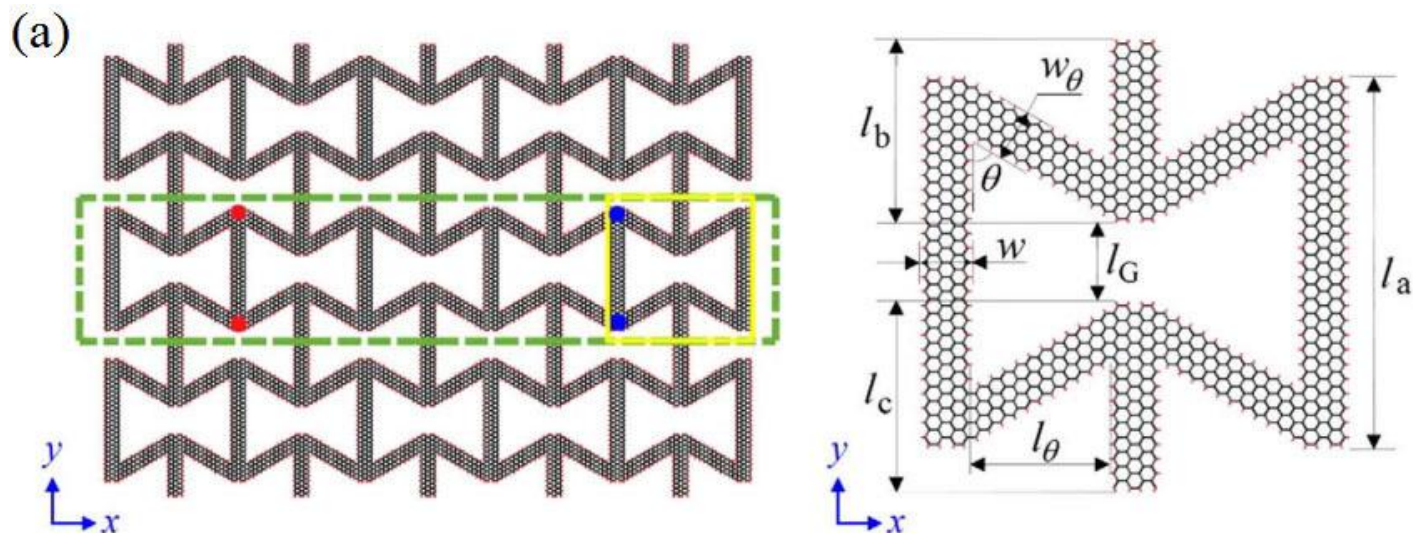


Помимо фуллеренов, УНТ и графена известно множество наноаллотропов, структура которых образована различными углеродными циклами. В составе этих полиморфов атомы углерода имеют трехкоординатную координацию. Однако, многие структуры к настоящему моменту предложены теоретически, но не обнаружены экспериментально. Подобные структуры гораздо менее устойчивы, чем sp^3 -структуры.



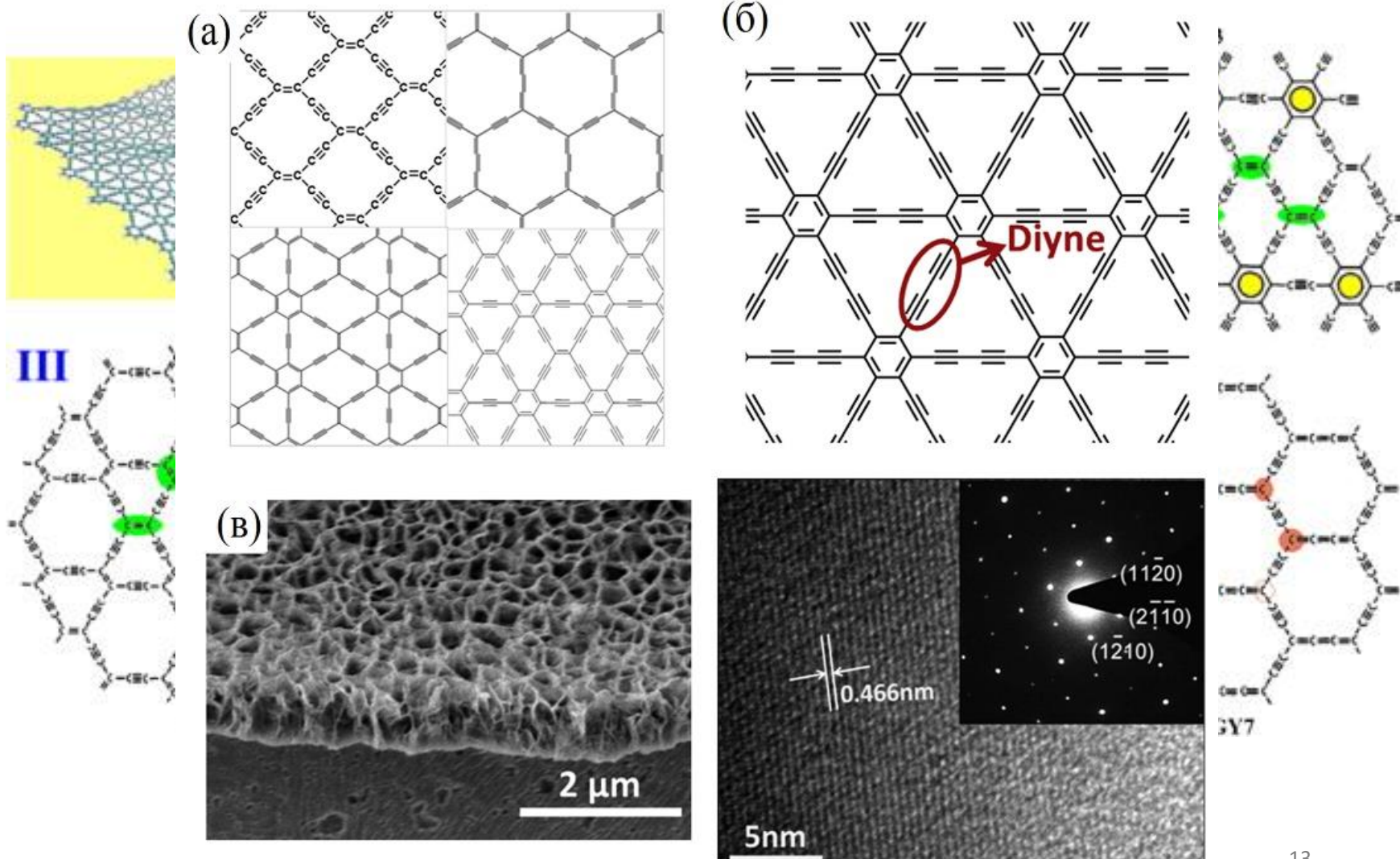
Новые углеродные материалы 2D

Киригами-графен



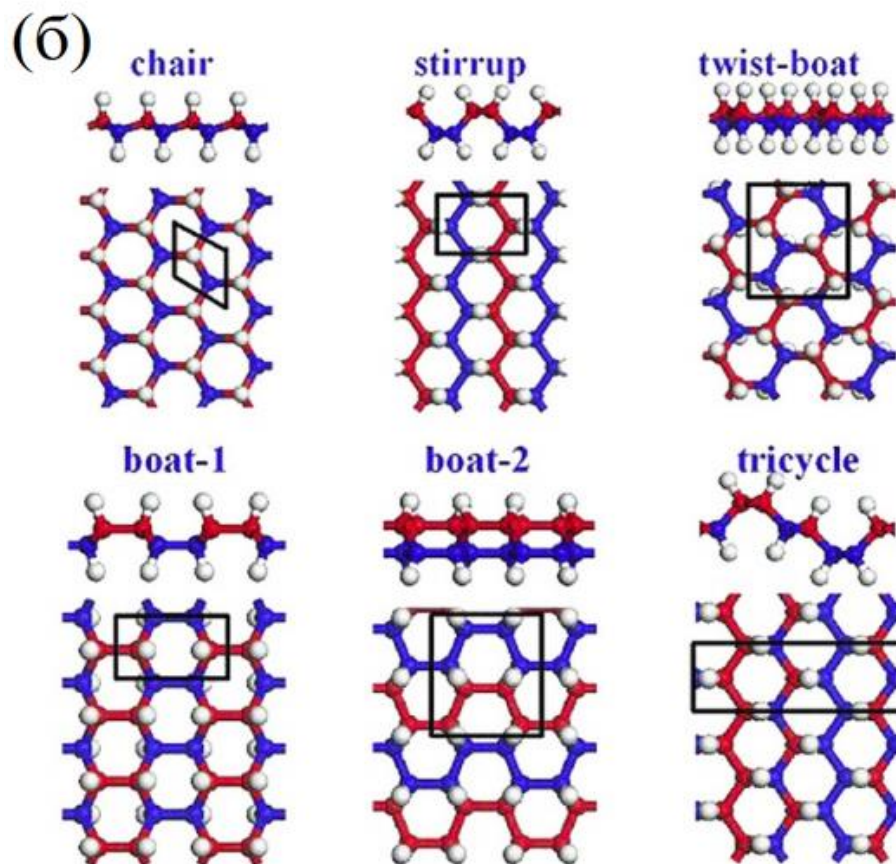
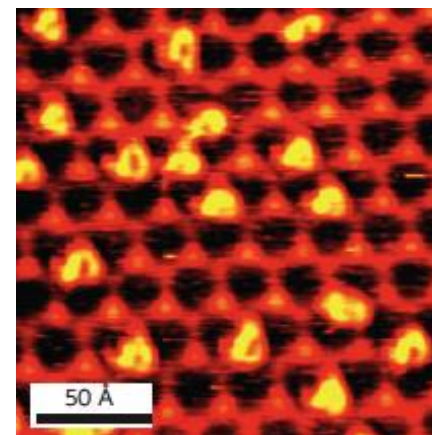
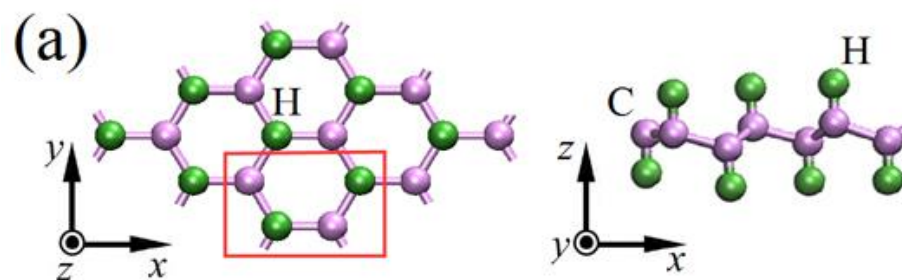
Новые углеродные материалы 2D

Графин и графдиен



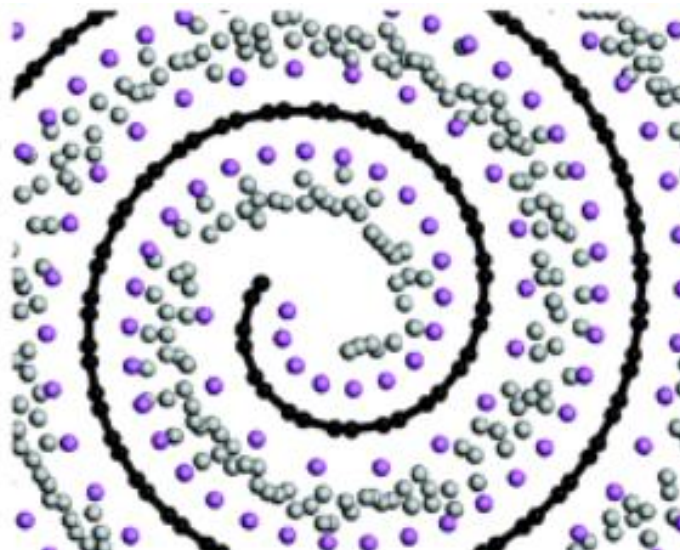
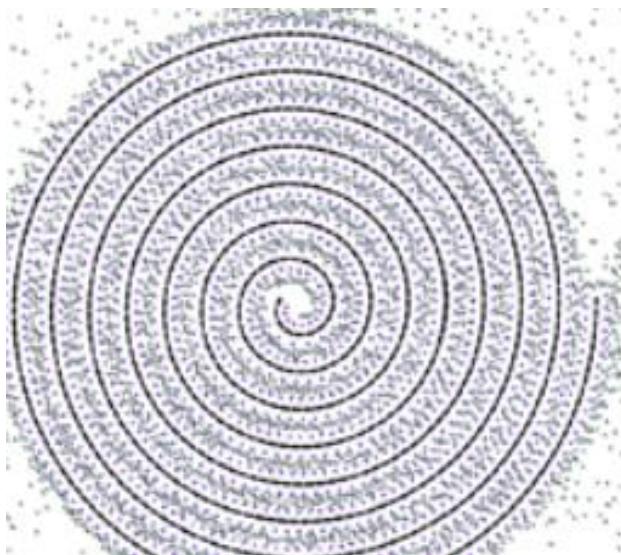
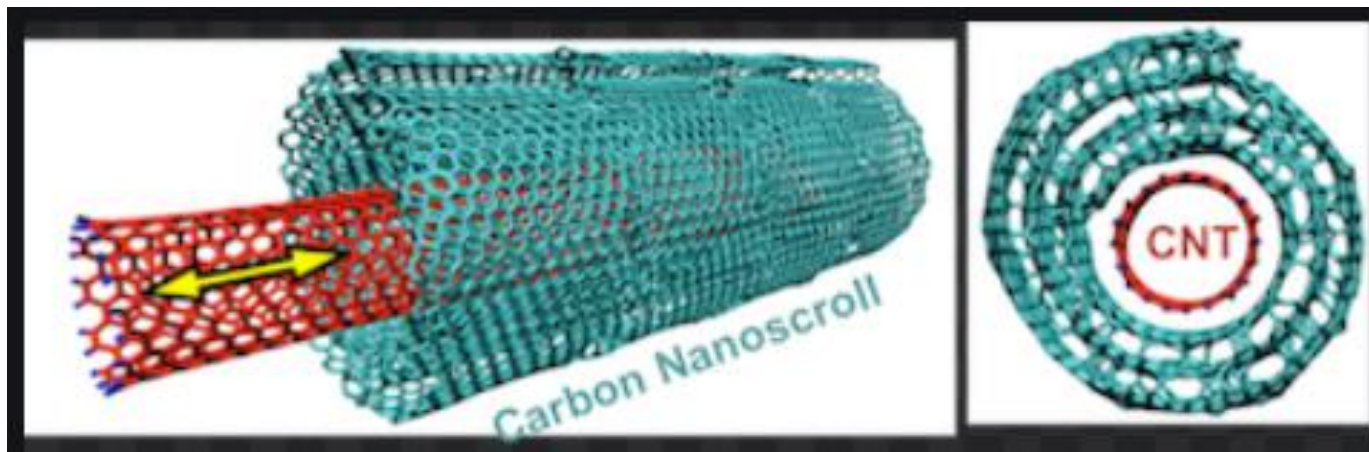
Новые углеродные материалы 2D

Графан



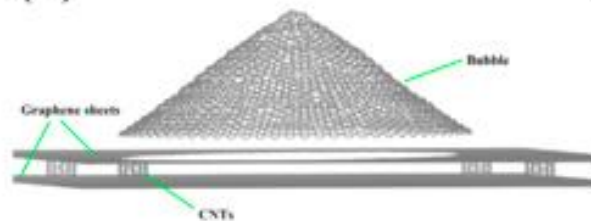
Новые углеродные материалы 2D

Нанорулоны

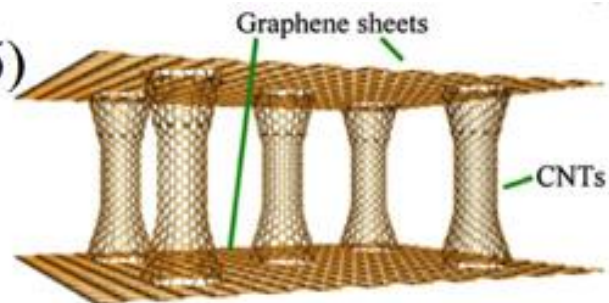


Новые углеродные материалы 3D

(a)



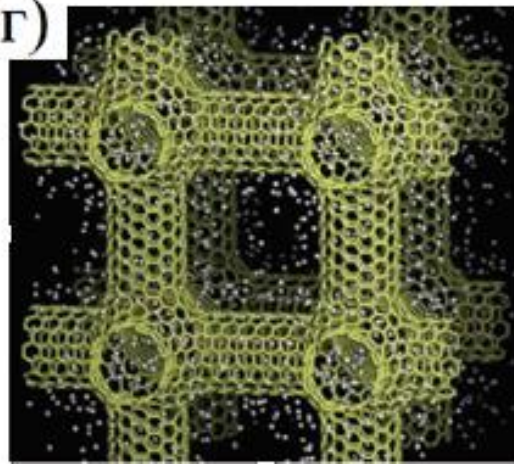
(б)



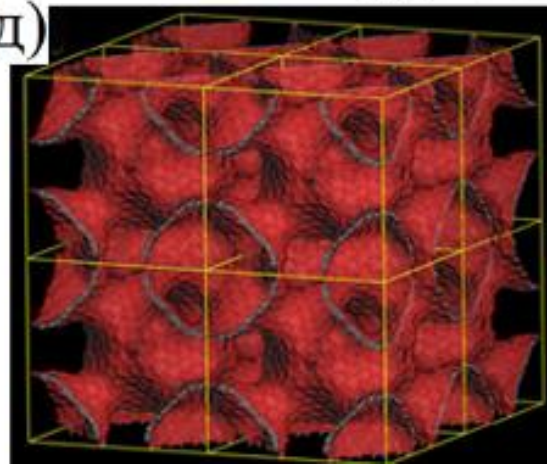
(B)



(Г)

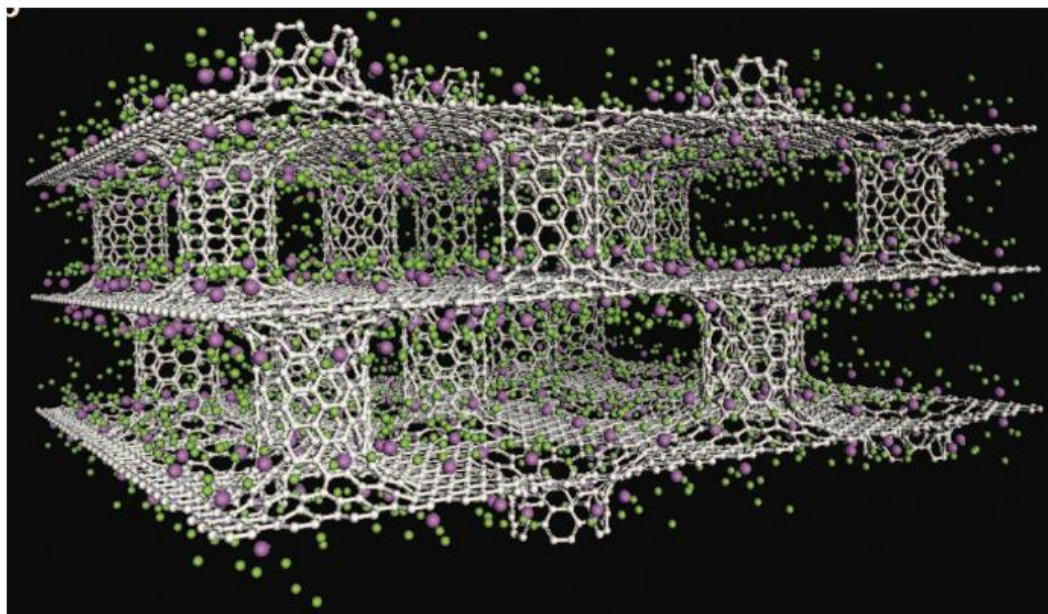
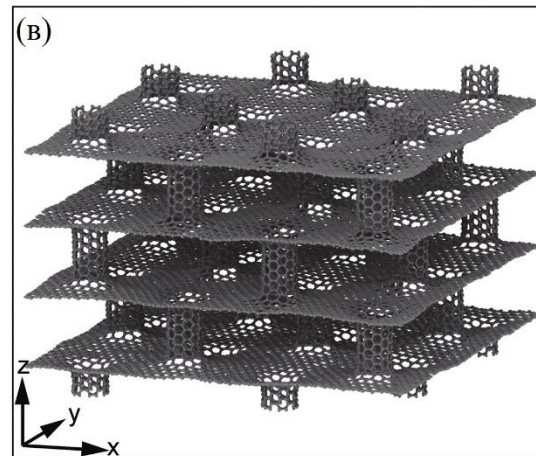
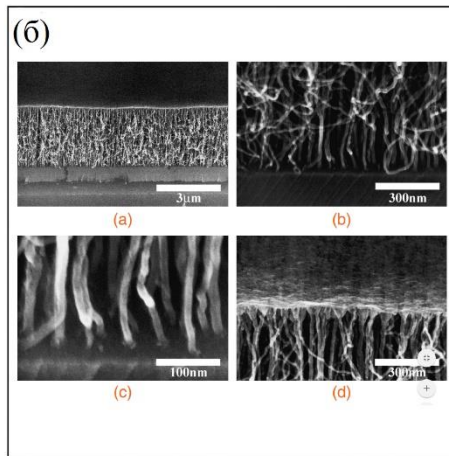
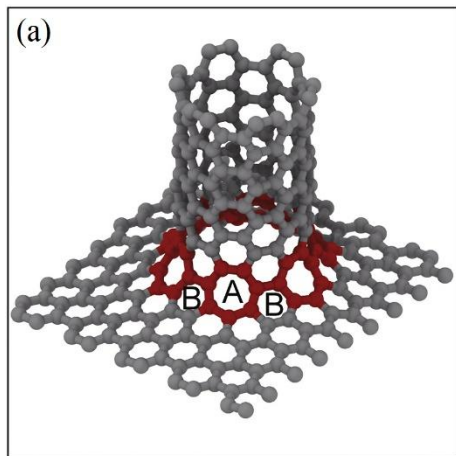


(Д)

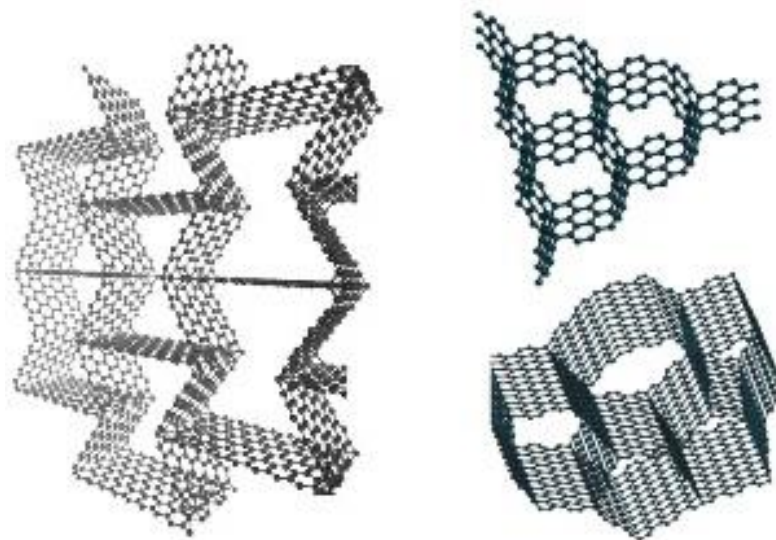
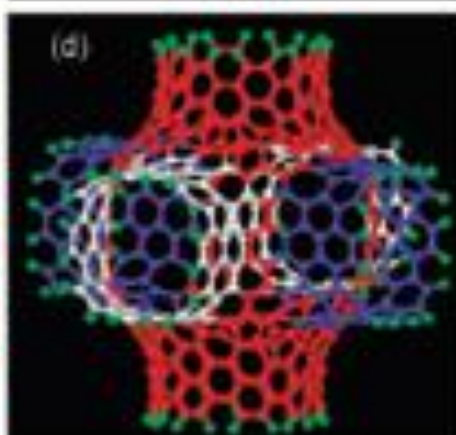
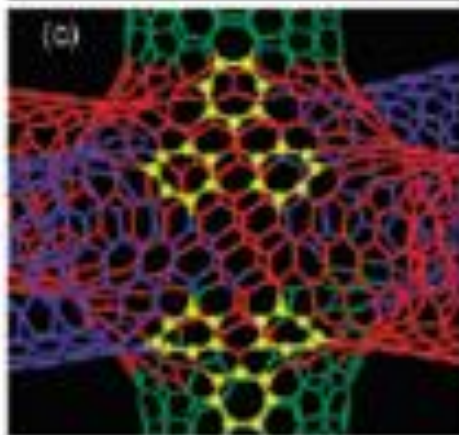
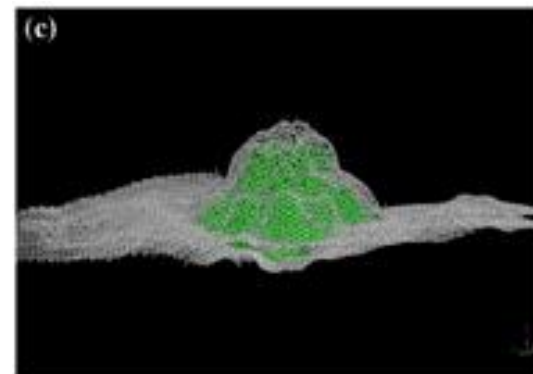
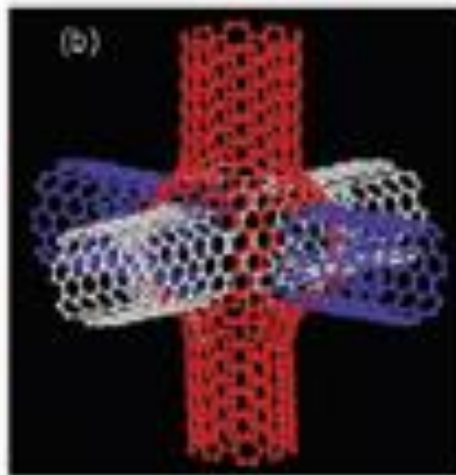
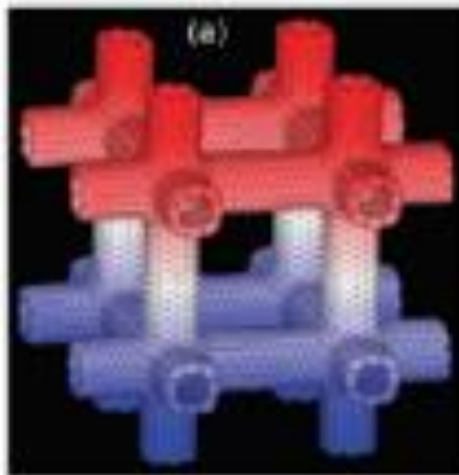


Новые углеродные материалы 3D

Трубчатый графен

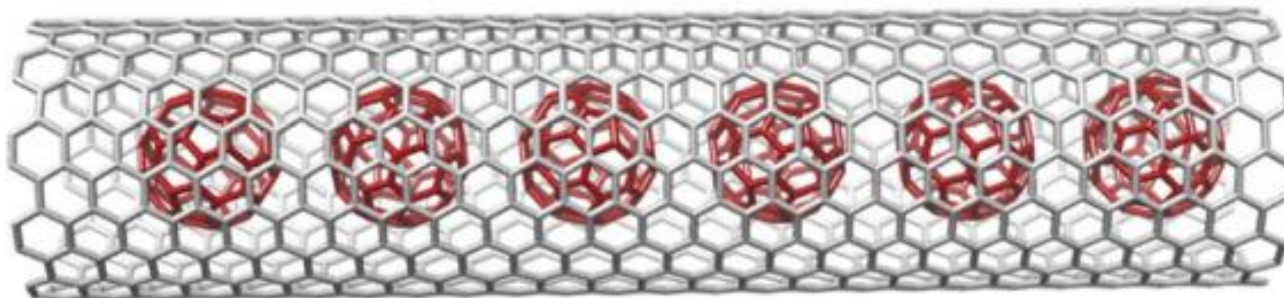
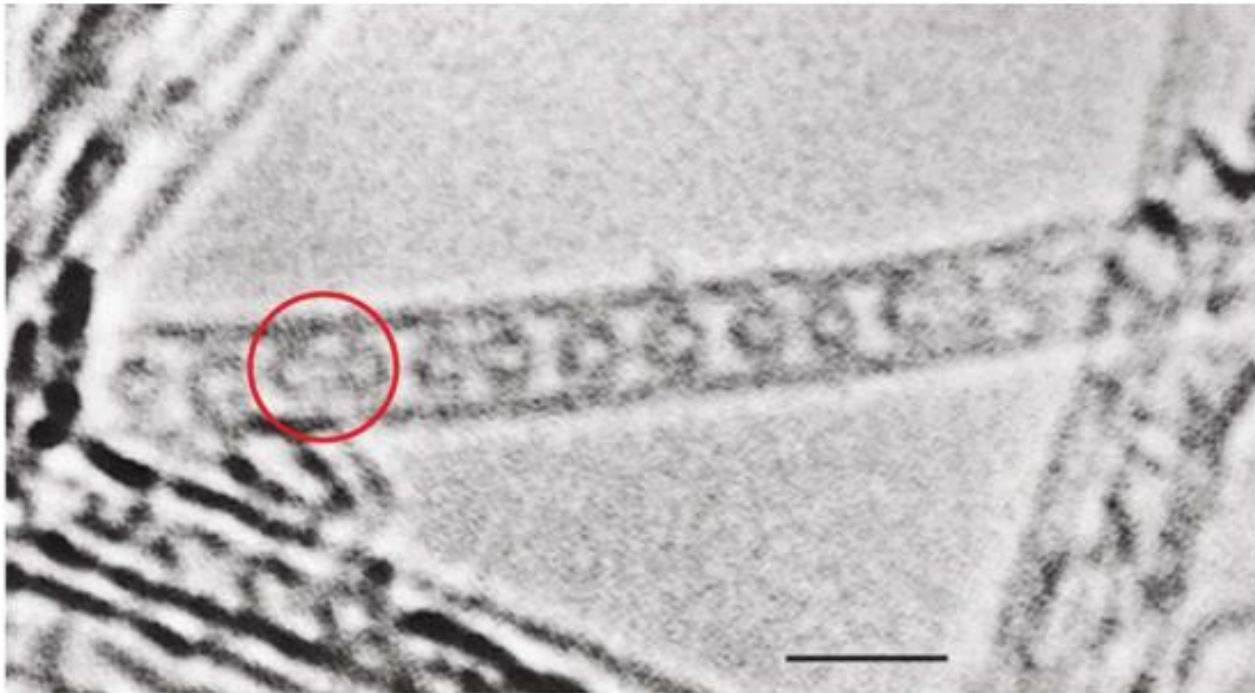


Новые углеродные материалы 3D



Новые углеродные материалы 3D

Пиподы



The End