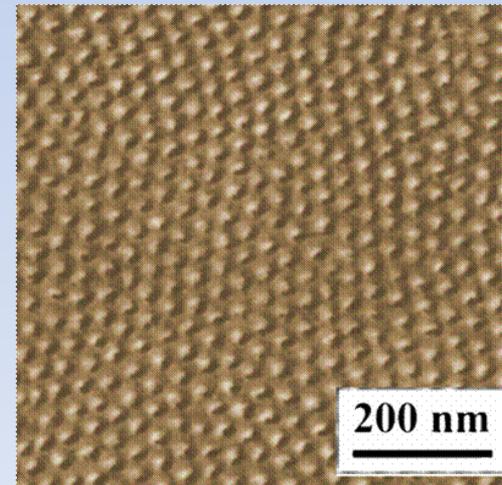
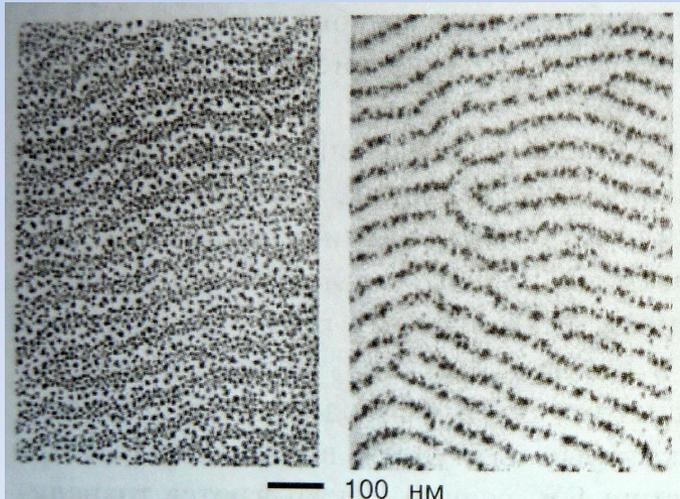


10А. Самосборка блок-сополимеров



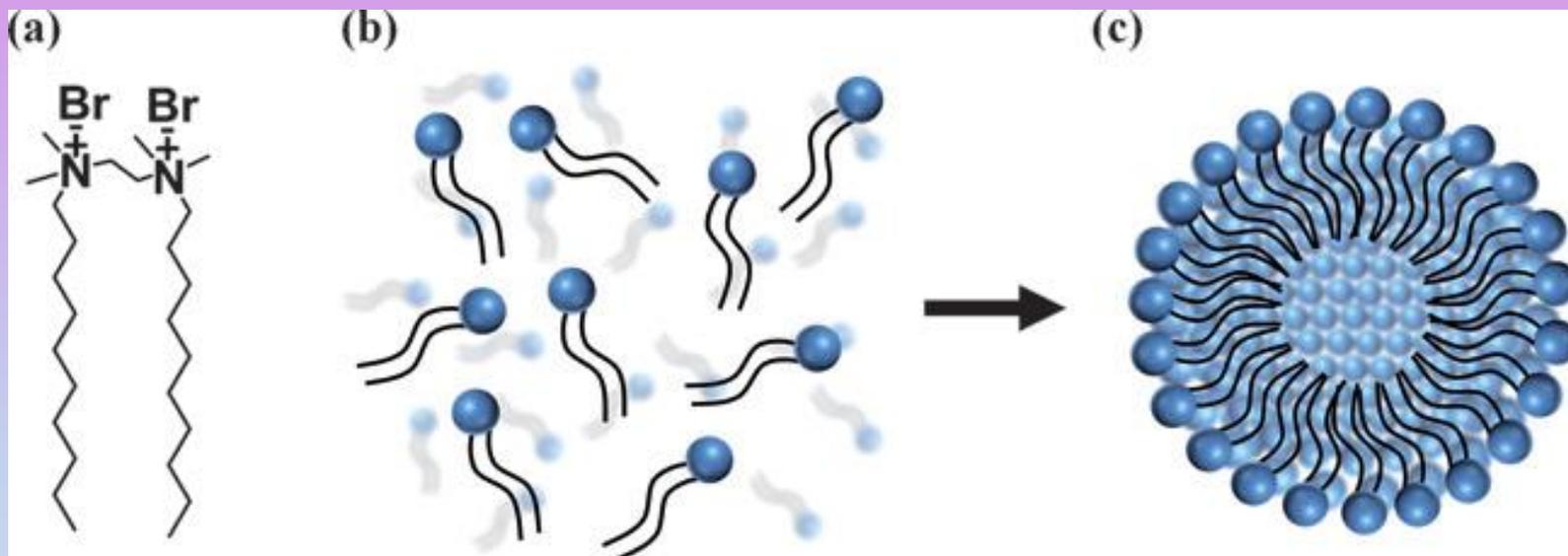
1. Понятие блок-сополимера
2. Диблоксополимеры
3. Триблоксополимеры



Понятие блок-сополимера



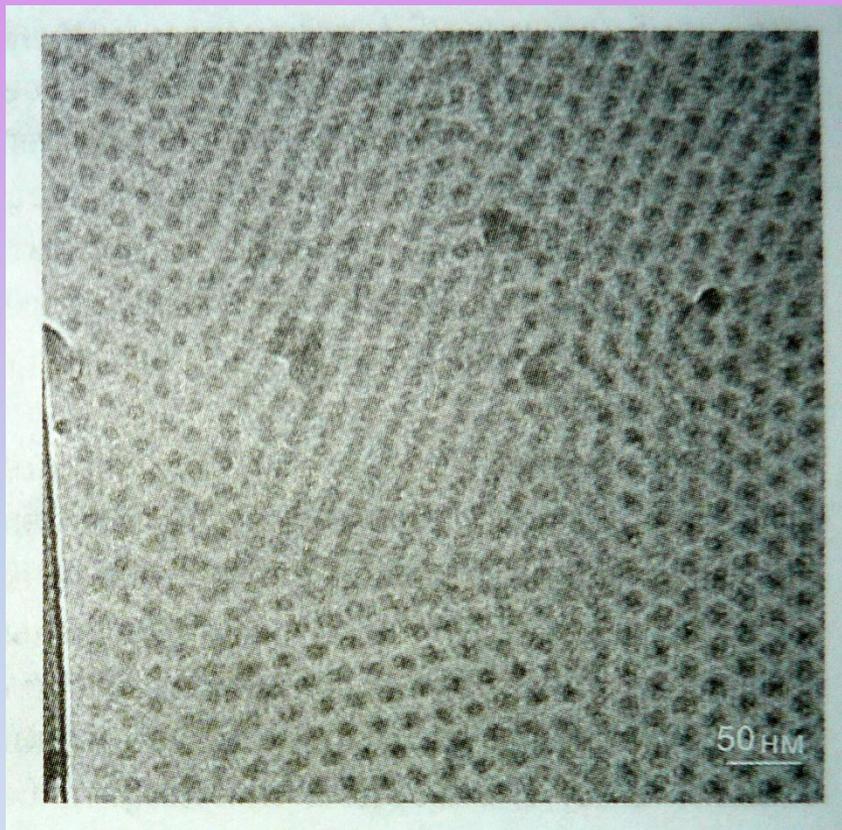
Блок-сополимер – это полимер, макромолекулы которого состоят из регулярно или статистически чередующихся гомополимерных блоков, различающихся по составу или строению.



Формирование мицеллы

Fig. 4 (a) A typical dimeric surfactant composed of two hydrophobic tails and a gemini cationic head ($[\text{C}_m\text{H}_{2m+1}(\text{CH}_3)_2\text{N}^+(\text{CH}_2)_k\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{C}_n\text{H}_{2n+1}]\text{Br}_2^-$; here, $m = 10$; $n = 10$; $k = 2$). (b and c) Dimeric surfactants self-assemble into micelles due to van der Waals and hydrophobic forces between the tails. Self-assembly is driven by both entropy and energy.

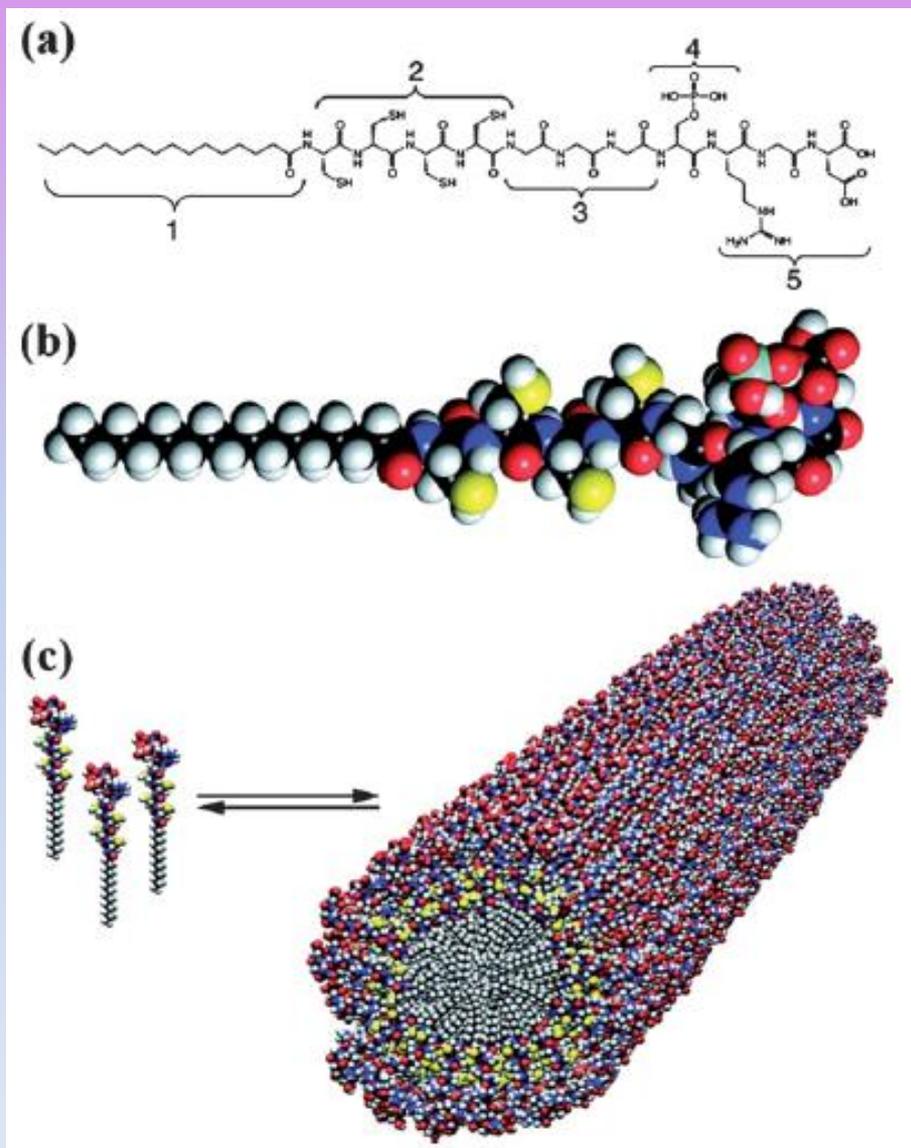
Диблоксополимеры



Закаленная пленка мицелл блок-сополимера полистиролоксид-*b*-полиэтиленоксид, содержащего жидкие кристаллы, растворенные в ядрах полистиролоксид (просвечивающая электронная микроскопия).

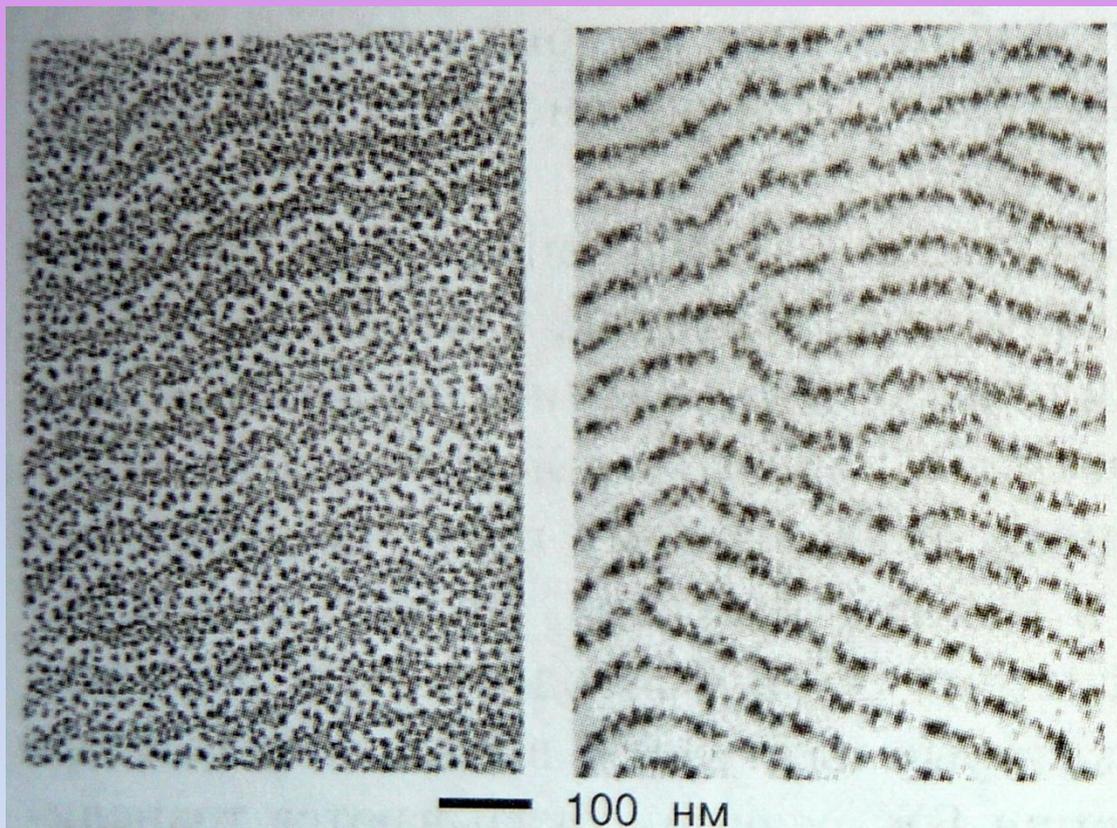
I.W. Hamley et al., *Colloid Polym. Sci.* **282** (2004) 514.

Диблоксополимеры



Самосборка волокна
из амфифильных
пептидов

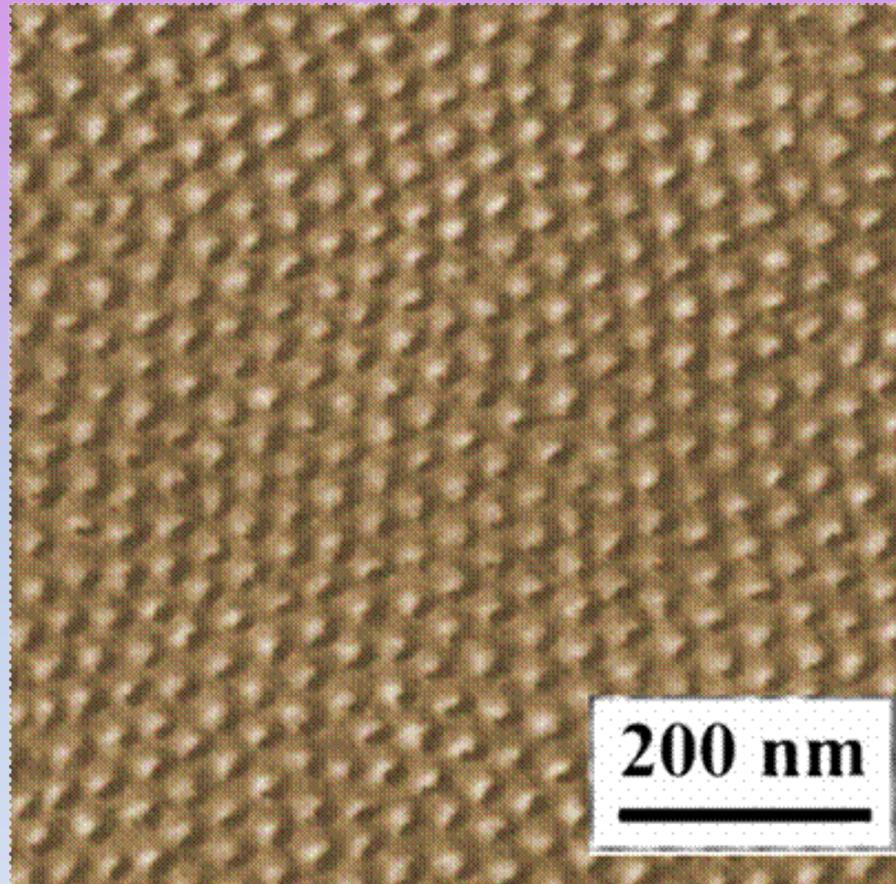
Диблоксополимеры



Массивы наночастиц и нанопроволок, структурированных на полосатой поверхности диблок-сополимера полистирол-полиметакрилат.

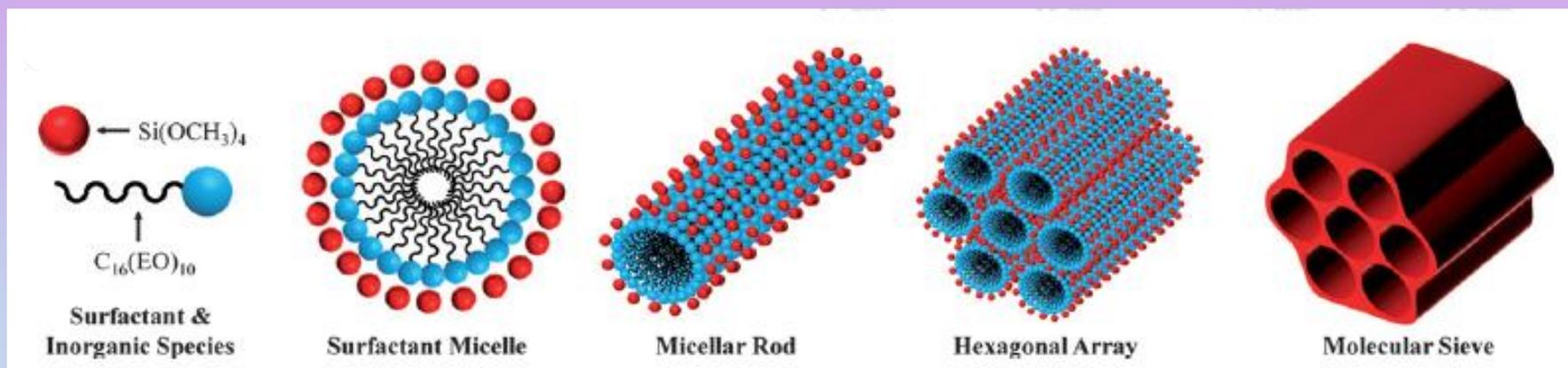
W.A. Lopes and H.M. Jaeger, *Nature* **414** (2001) 735.

Диблоксополимеры



АСМ-изображение пленки диблоксополимера $PS_{70}/PMMA_{30}$.

Диблоксополимеры

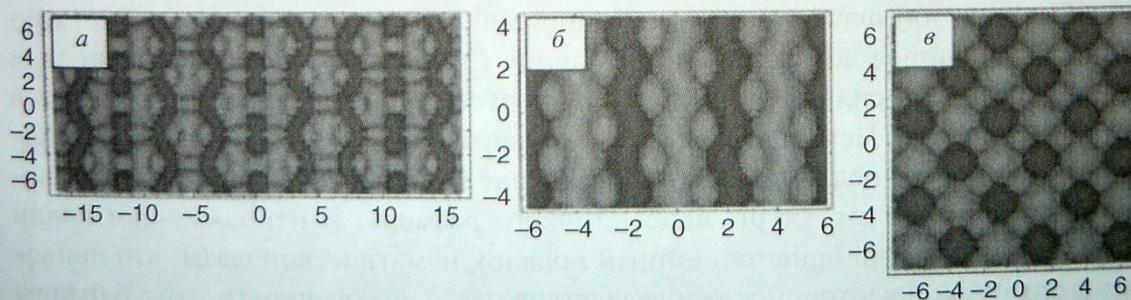
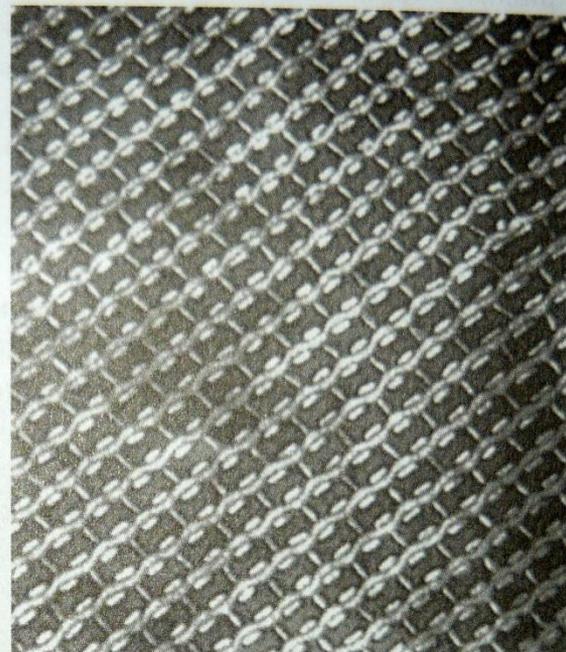


Гексагональная упаковка мицеллярных цилиндров как темплат для спекания пористой неорганической структуры.

Триблоксополимеры



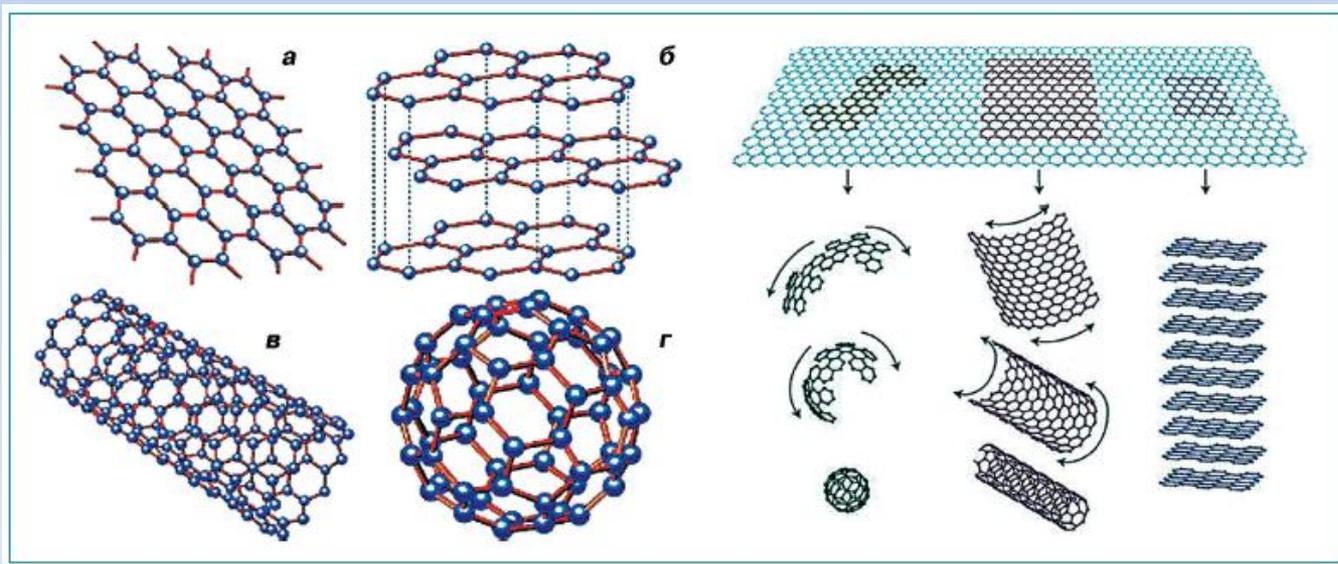
1. «Вязанные узоры», наблюдаемые на ПЭМ-изображении триблок-сополимера полистирол-*b*-поли(этилен-кобутилен)-*b*-полиметелметакрилат (окрашенный с помощью RuO_4). Воспроизведено по U. Breiner, U. Krappe, E.L. Thomas and R. Stadler, *Macromolecules* **31**, 135 (1998)



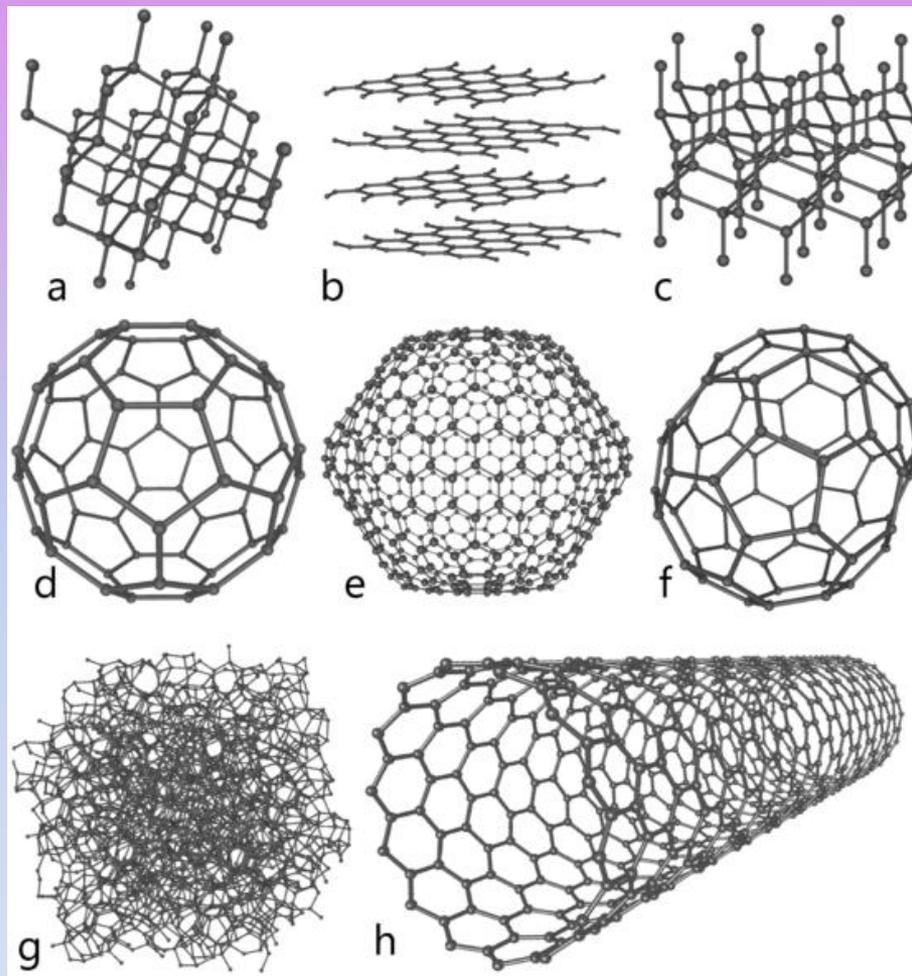
2. Примеры расчетных надмолекулярных структур линейного триблок-сополимера типа ABC, полученных по теории самосогласованного среднего поля. Воспроизведено по Y. Bohbot-Raviv and Z.-G. Wang, *Phys. Rev. Lett.* **85**, 3428 (2000)



1. Аллотропные модификации углерода
2. Методы синтеза углеродных нанотрубок
3. Свойства углеродных нанотрубок
4. Применение углеродных нанотрубок



Модификации углерода



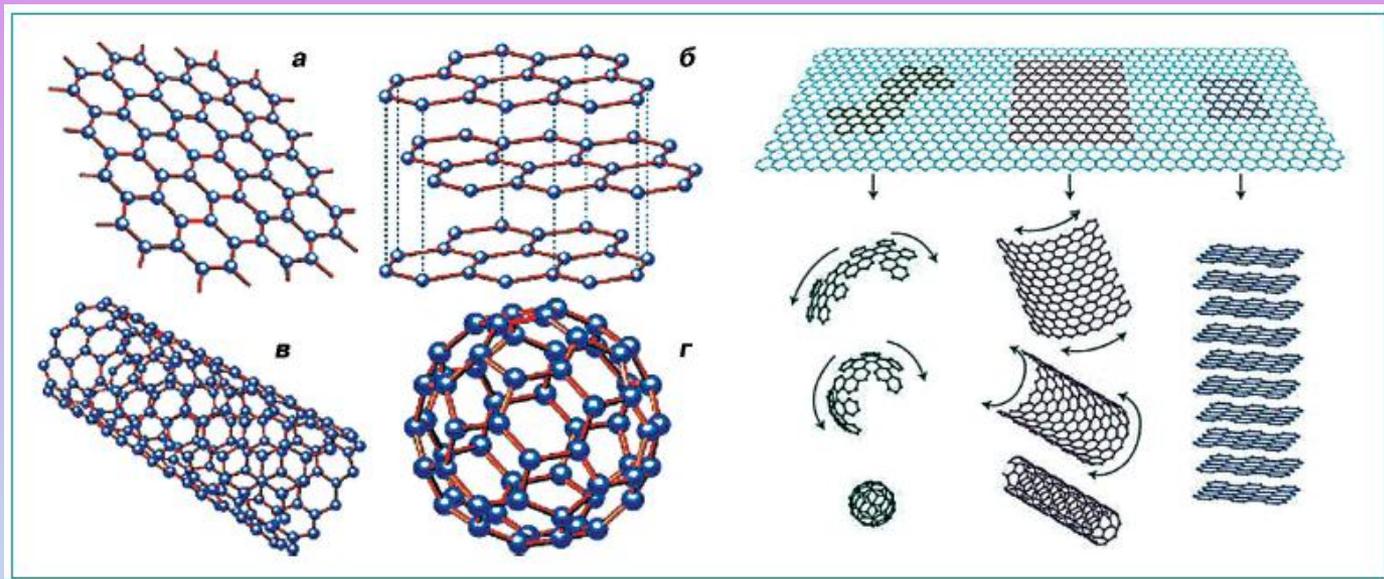
Мstroeck,
википедия.

**а) Алмаз, б) графит, с) лондсдейлит, d) фуллерен C_{60} , е) фуллерен C_{540} ,
f) фуллерен C_{70} , g) Аморфный углерод и h) однослойная УНТ.**

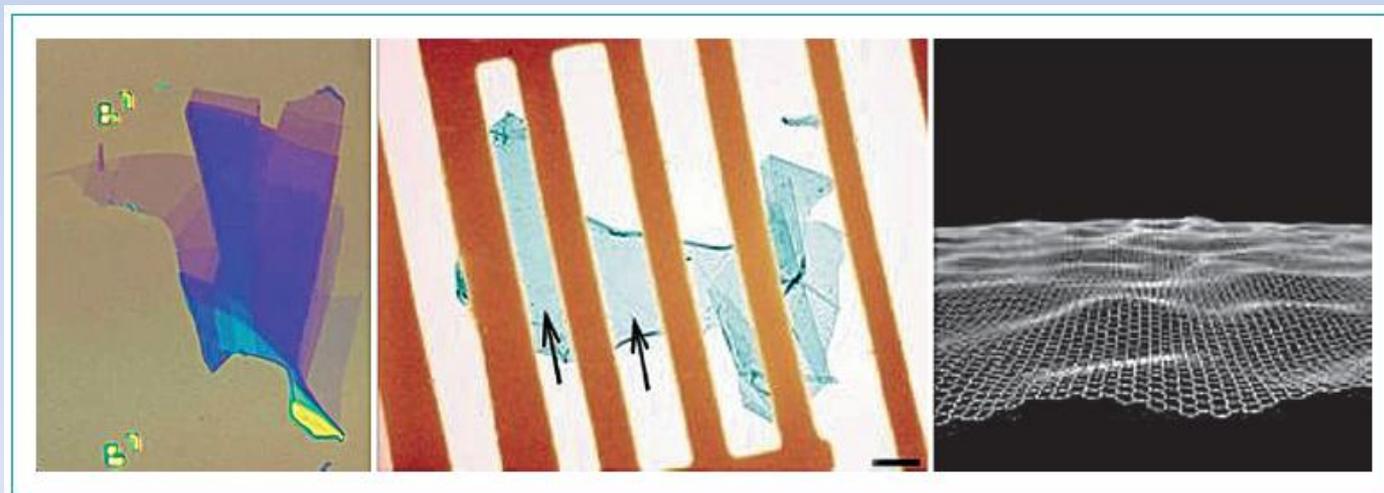
Модификации углерода



- а) Графен,
- б) графит,
- в) однослойная УНТ,
- г) фуллерен C_{60} .



Пленки графена



Модификации углерода



1960, А.М. Сладков и др. (ИНЭОС)
– открытие карбина (разложение ацетилена в растворах с Cu(II)).

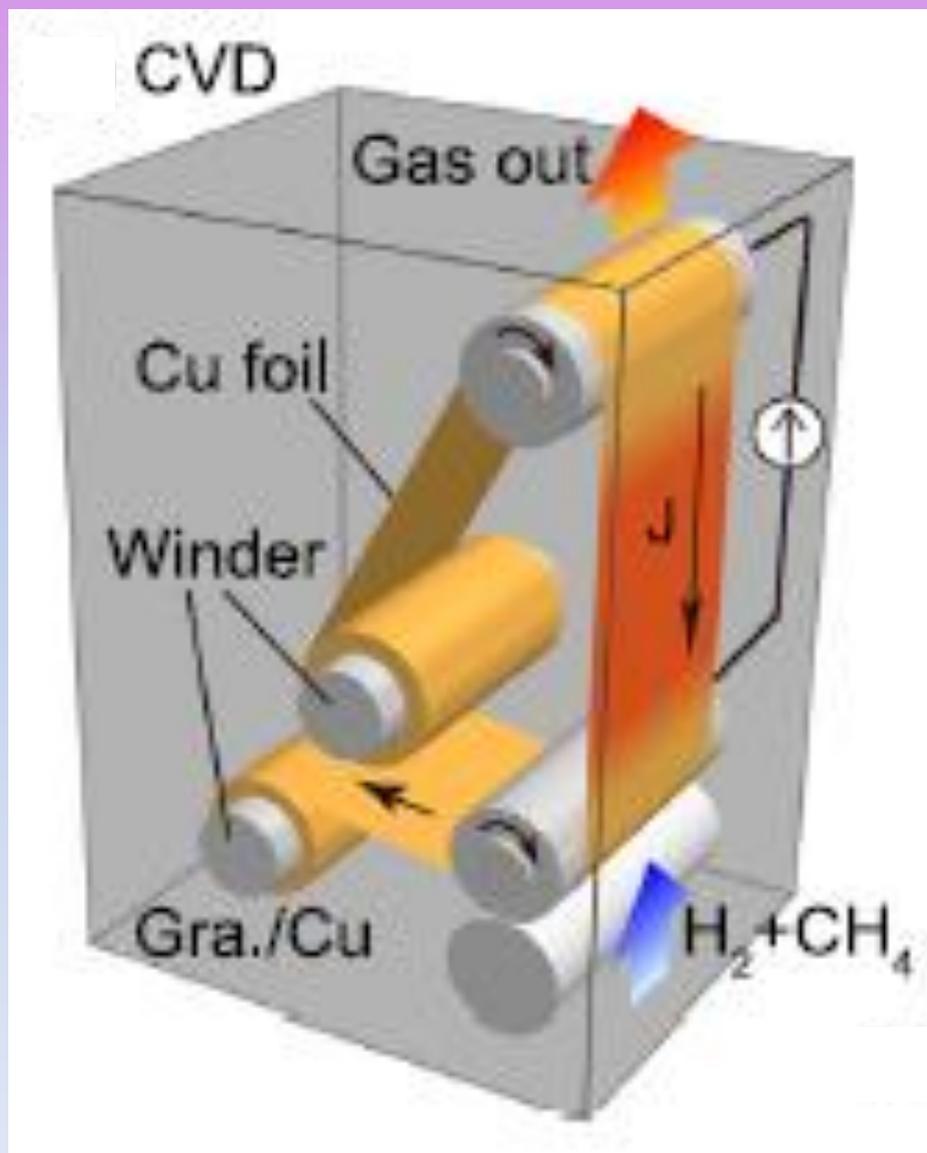
1991, С. Ижима – повторное открытие углеродных нанотрубок.

2004, группы А. Гейма и К. Новосёлова – открытие графена.

2013, Б.И. Якобсон и др. (ун-т Райса, Хьюстон) – исследование карбина (ACS Nano, 7(11) (2013) 10075).



Л.В. Радушкевич, В.М. Лукьянович,
Журнал физической химии, 1952, т. 26,
88-95.



Выращивание графена на непрерывно прокатываемой медной фольге, нагреваемой до 1000 °C

(Kobayashi et al., Appl. Phys. Lett. **102** (2013) 023112).

Скорость 0,1 м/мин,
длина ленты до 100 м.



T.H. Vo et al., Nature Commun.
5 (2014) 3189.

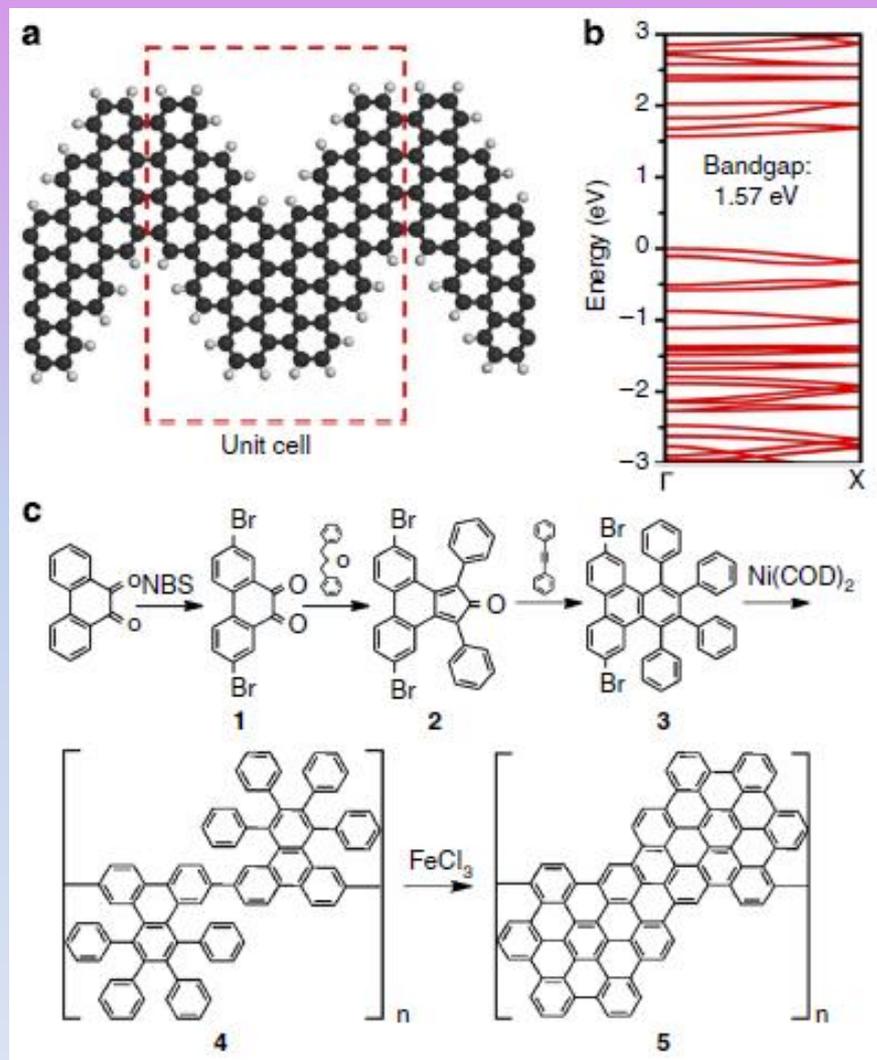
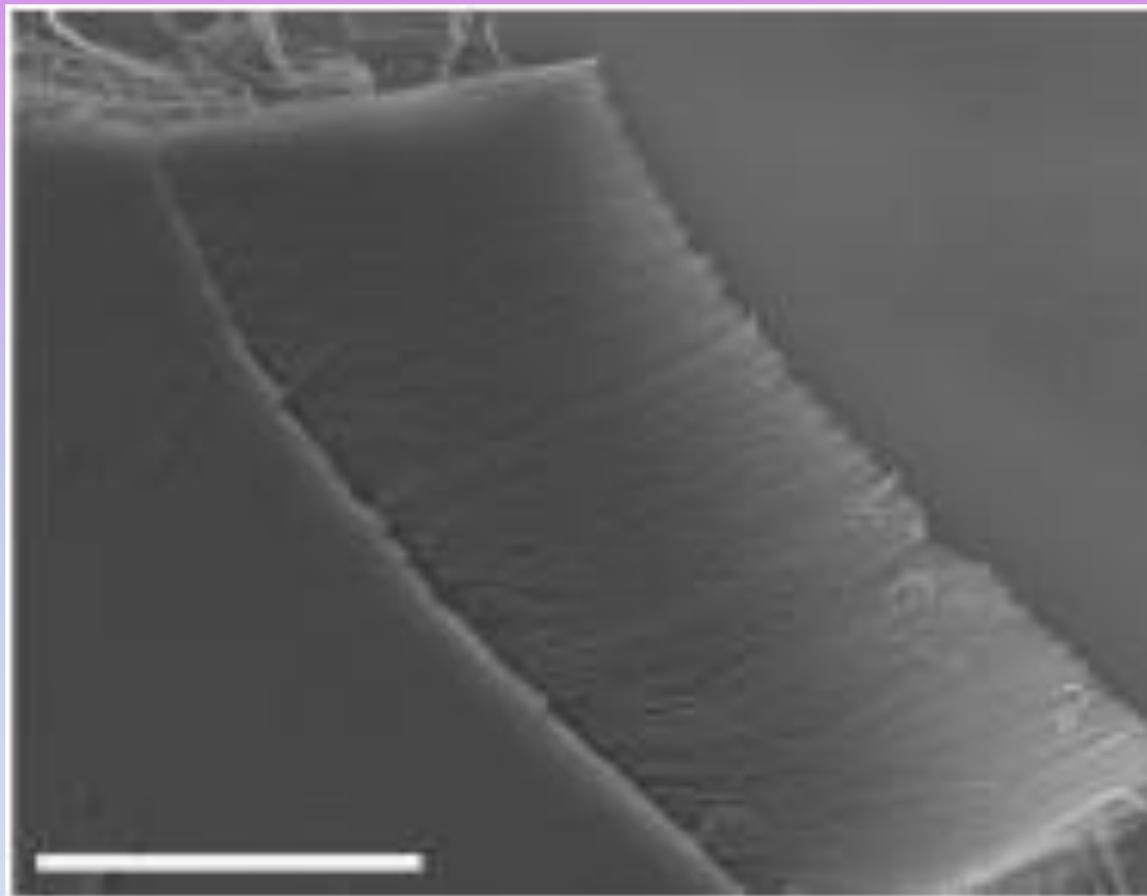


Figure 1 | Synthesis of GNRs with a large electronic bandgap. (a) Schematic of the GNRs synthesized in this study and (b) the corresponding calculated band structure. (c) Reaction scheme used in this work, see text for details.



Методы синтеза нанотрубок:

- лазерная абляция,**
- дуговой разряд,**
- химическое осаждение из газовой фазы.**

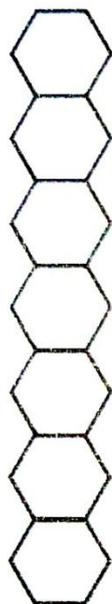


Лес трехстенных нанотрубок, выращенный методом плазмо-химического осаждения из газовой фазы (H_2 и CH_4) на кремниевую подложку с упорядоченно расположенными наночастицами железа. Длина метки 10 мкм.
A. Baliyan et al., JACS (2014).

Свойства нанотрубок

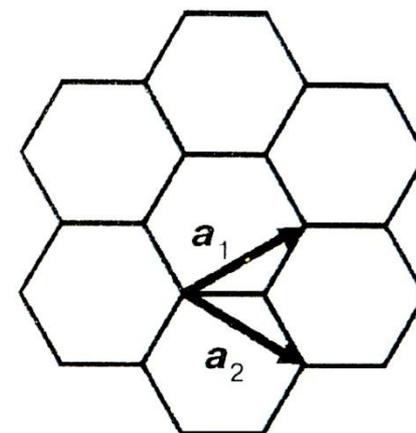


a



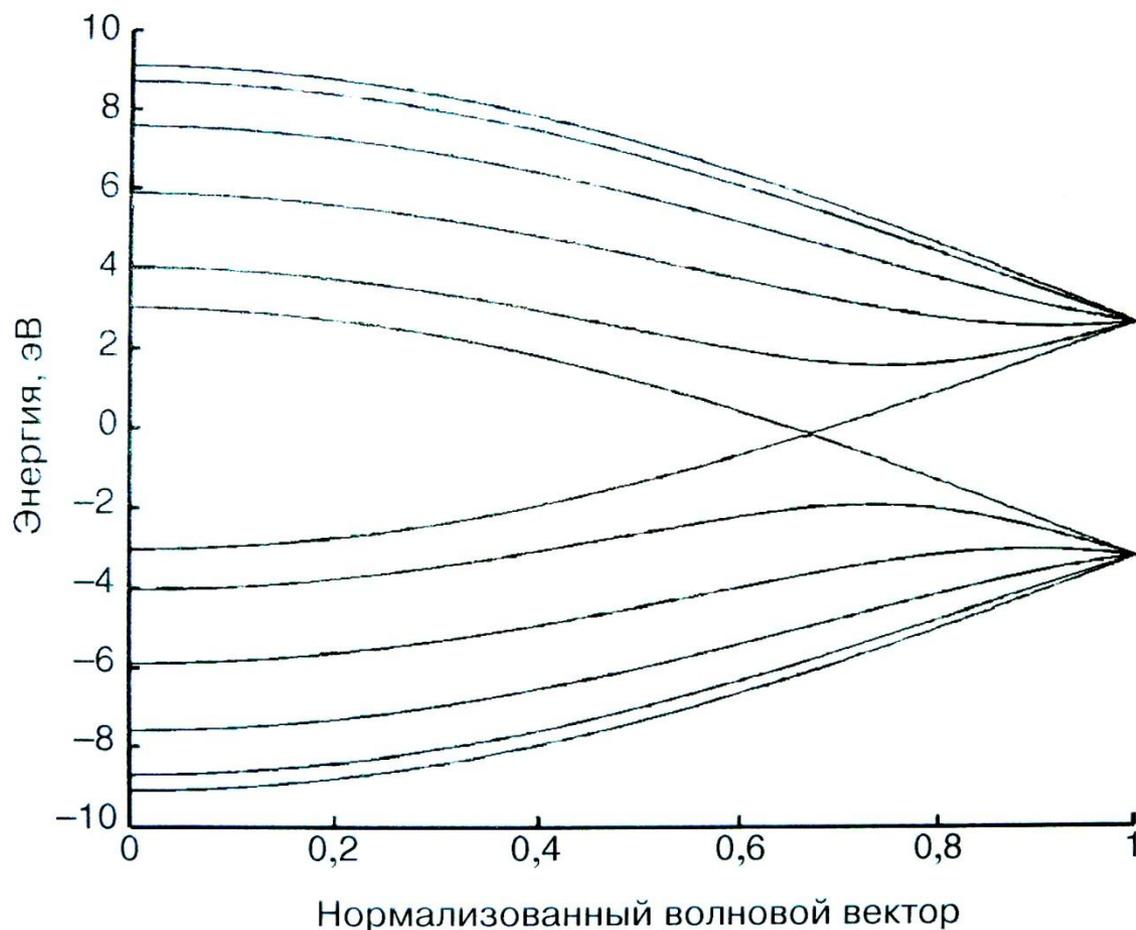
б

Срез по окружности нанотрубки в конфигурации «кресла» (*a*) и «зигзага» (*б*). Показаны связи С—С



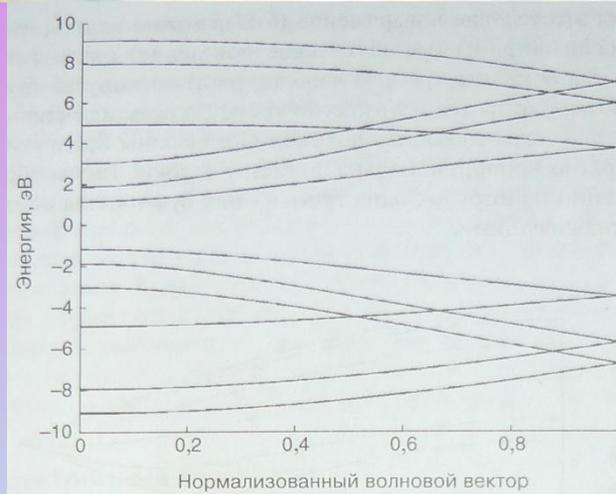
Кусочек графеновой пластины, на котором показаны единичные векторы a_1 и a_2

Свойства нанотрубок

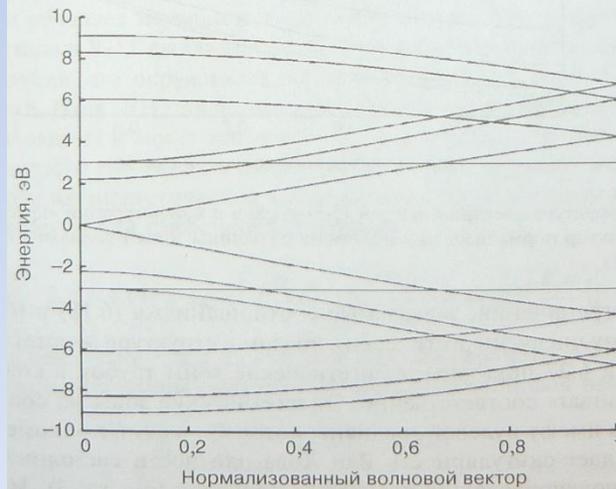


Структура электронных зон (5,5)-трубки в конфигурации «кресло». Волновой вектор нормализован к положению границы зоны Бриллюэна $k_y = p/a$

Свойства нанотрубок



Структура электронных зон (5,0)-трубки в конфигурации «зигзаг». Волновой вектор нормализован к положению границы зоны Бриллюэна $k_y = p/(a\sqrt{3})$



Структура электронных зон (6,0)-трубки в конфигурации «зигзаг». Волновой вектор нормализован так же, как и на рис. 6.26

Применение нанотрубок



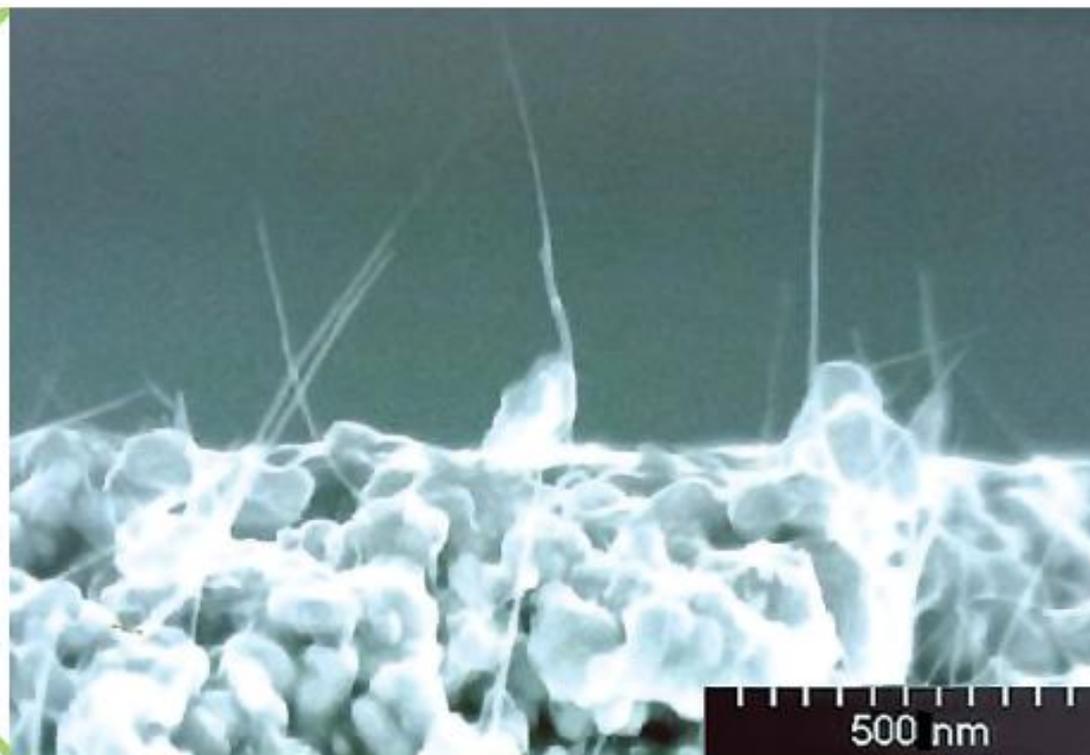
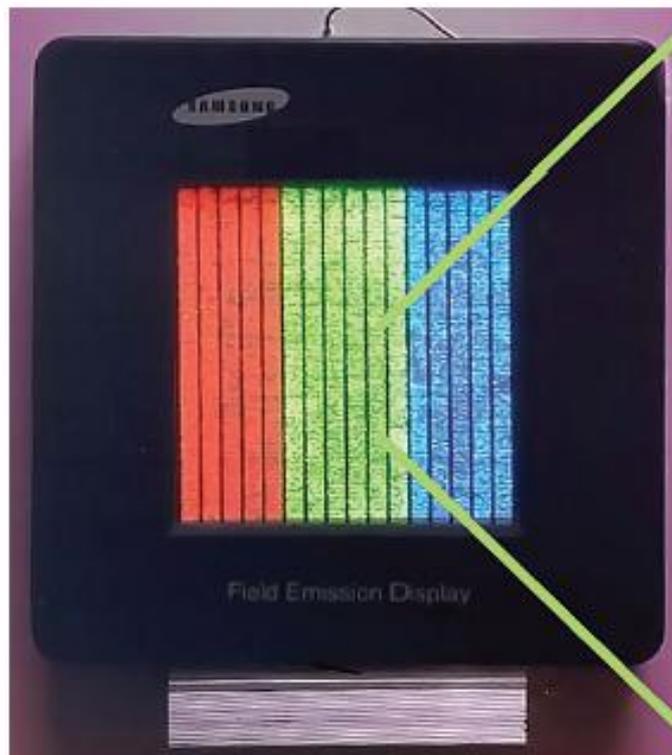
Свойства	Характеристики нанотрубок	Возможные применения
Механические	в 100 раз прочнее и в 6 раз легче стали	сверхпрочные нити, создание композитных материалов, <i>космический лифт</i>
	высокая гибкость	<i>наноактюаторы</i>
	высокая эластичность	острия для <i>атомно-силовой микроскопии</i>
Электронные	вариация электронных свойств в зависимости от диаметра трубок (переходы металл–полупроводник)	компоненты <i>наноэлектроники</i> (диоды, <i>транзисторы</i> и т.п.)
	высокая проводимость металлических трубок	прозрачные проводящие пластики, острия зондовых микроскопов
	высокая полевая эмиссия	электронная пушка, дисплеи, лампы, рентгеновские трубки
Физико-химические	высокая уд. поверхность (100–1000 м ² /г)	носители для катализаторов
	высокая пористость и объем, форма каналов	капсулы для активных молекул, защита инкапсулированных материалов, хранение водорода, металлов и газов, нанобатареи, нанопипетки

Применение нанотрубок



Полевой транзистор на основе углеродной нанотрубки.

Применение нанотрубок



Прототип плоского дисплея с катодом с полевой эмиссией на основе углеродных нанотрубок (Samsung) и микрофотография покрытия используемого в качестве холодного катода



- 1. Чем диблоксополимер отличается от триблоксополимера?**
- 2. Для чего могут применяться блок-сополимеры?**
- 3. Что означает хиральность углеродных нанотрубок?**
- 4. Как могут применяться углеродные нанотрубки?**