



Нанотехнологии

История



Интересные факты

Древние египтяне применяли краску для покраски волос в черный цвет. Паста из оксида свинца, извести, и воды, смешивалась и в результате получались наночастицы галенита, которые имели размер до пяти нанометров. Черный цвет достигался пигментом меланином, который распределялся в кератине волоса. Красящая паста вступала в реакцию с серой и обеспечивала устойчивое равномерное окрашивание волос [1].



Образцы живописи египтян. У людей и мифических персонажей цвет волос черного цвета

Голубая краска племен Майя сохранила яркий цвет до наших дней. Ее получали путем смешивания частиц дерева индиго и глины. Органические красители быстро разрушаются, а вот в союзе с неорганическими наноструктурами образовалась хорошая защита.



Образцы искусства майя

Интересные факты

Известный Кубок Ликурга изготовлен древнеримскими мастерами около четвертого века до нашей эры. Он имеет зеленый цвет и непрозрачен при дневном свете. Но если в кубок поместить источник света, стенки кубка становятся полупрозрачными с красноватым оттенком.

Цвет меняется, потому что частицы золота и серебра от пятидесяти и ста нанометров входят в состав стекла. Подобное стекло применялось при создании витражей средневековых европейских соборов.



Древнеримский Кубок Ликурга меняет цвет в зависимости от освещения

Дамасские мечи имеют очень твердое стальное лезвие, которое как бритва разрезает волос на лету. В составе стали входят углеродные нанотрубки, которые образуются методом специальнойковки.



Дамасский меч имеет изумительно твердое и острое лезвие

Секреты этих производств передавались из поколения в поколение, а причины таких уникальных свойств не исследовались. Только после появления нанонауки, ученые смогли найти объяснение этим уникальным свойствам.

Хронология событий

- 400 г. до н.э. Греческий философ Демокрит (Democritus) впервые использовал слово "атом", что в переводе с греческого означает "неделимый", для описания самой малой частицы вещества [2].

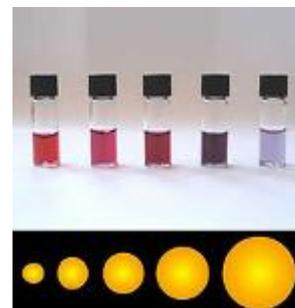


- 1756 год. Иммануил Кант (Immanuel Kant) «Физическая монадология». Первая работа, в которой анализируется понятие «атом».

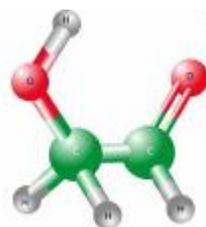


Хронология событий

- 1847 год. Английский физик Майкл Фарадей (Michael Faraday) впервые изучил оптические свойства коллоидных растворов нанодисперсного золота и тонких пленок на его основе (<http://www.nanogallery.info/nanogallery/?ipg=126>).



- 1905 год. Альберт Эйнштейн (Albert Einstein) опубликовал работу, в которой показал, что размер молекулы сахара составляет примерно 1 нанометр.

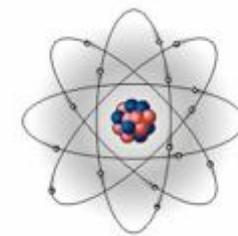
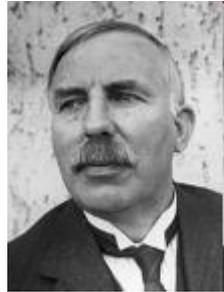


=

1 нм

Хронология событий

- 1912 год. Эрнст Резерфорд (Ernest Rutherford) в серии тонких опытов доказал, что атом похож на солнечную систему, в центре которой — массивное ядро, а вокруг него вращаются легкие электроны. Так появилась планетарная модель атома.



- 1928 год. Ирландский изобретатель Эдвард Синг (E.H. Synge) предложил схему устройства сканирующего оптического микроскопа ближнего поля (ближнепольный оптический микроскоп).



Хронология событий

- 1931 год. Макс Кнолл (Max Knoll) и Эрнст Руска (Ernst Ruska) создали прототип первого просвечивающего электронного микроскопа (ПЭМ), состоящего из двух последовательно расположенных магнитных линз) и впоследствии имеющий разрешающую способность 50 нм.
(http://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_microscope_technology).

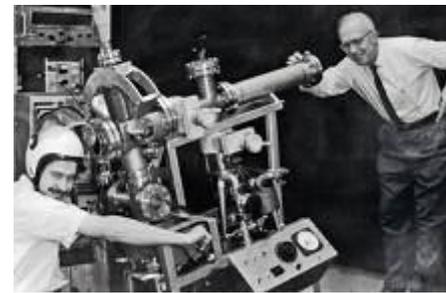


- 1938 год. Джемс Хиллиер (James Hillier) и Альберт Пребус (Albert Prebus) собрали первый практический просвечивающий (трансмиссионный) электронный микроскоп в университете Торонто (Канада).

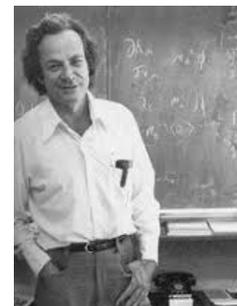
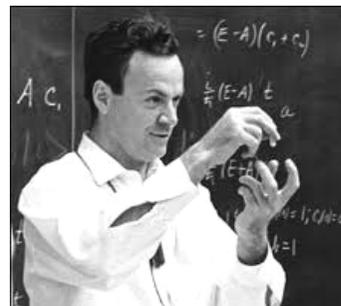


Хронология событий

- 1955 год. Эрвин Мюллер (Erwin Muller) изобрел полевой ионный микроскоп, позволивший ему впервые увидеть отдельные атомы.

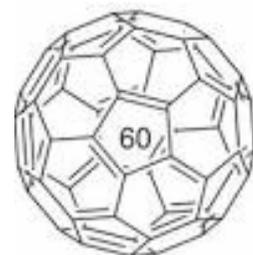


- 1959 год. **Ричард Фейнман** (Richard Feynman) впервые опубликовал работу с анализом перспектив миниатюризации. Нобелевский лауреат Ричард Фейнман прочитал лекцию в Калифорнийском техническом университете на заседании Американского физического общества под названием «Внизу полным-полно места: приглашение в новый мир физики», в которой впервые была рассмотрена возможность создания наноразмерных деталей и устройств совершенно новым способом — путем поштучной «атомарной» сборки. Ученый заявил: «Пока мы вынуждены пользоваться атомарными структурами, которые предлагает нам природа», и далее добавил: «Но в принципе физик мог бы синтезировать любое вещество по заданной химической формуле» [3]. Начало развития нанотехнологии обычно связывают именно с лекцией профессора Ричарда Фейнмана.

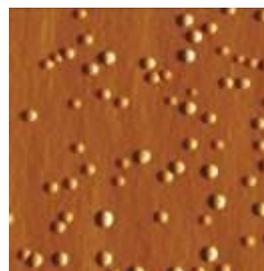
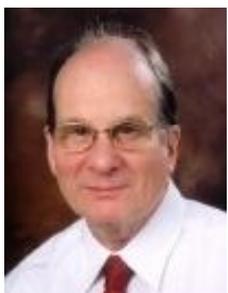


Хронология событий

- 1968 год. Альфред Чо (Alfred Yi Cho) и Джон Артур (John R. Arthur) разработали теоретические основы молекулярно-пучковой эпитаксии, применяемой при получении квантовых точек.
- 1970 год. Японский ученый Эйдзи Осава (Eiji Osawa) высказал предположение о существовании молекулы из 60 атомов углерода, в виде усеченного икосаэдра.



- 1973 год. Квантовые точки были обнаружены Луи Е. Брусом (Louis E. Brus) в коллоидных растворах и Алексеем Екимовым (Alexey Ekimov) в стеклянной матрице.

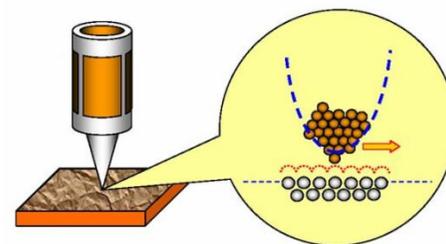


Хронология событий

- 1974 год. Норио Танигучи (Norio Taniguchi) ввел в научный оборот термин «нанотехнологии» на Международной конференции по промышленному производству в Токио. Термин использовался для описания процессов сверхтонкой обработки материалов с нанометровой точностью, а также создания механизмов нанометровых размеров.



- 1981 год. Нобелевские лауреаты Герд Бинниг (Gerd Binnig) и Генрих Рорер (Heinrich Rohrer), работавшие в то время в филиале IBM в Цюрихе, создали сканирующий туннельный микроскоп (СТМ), способный видеть отдельный атом [4].

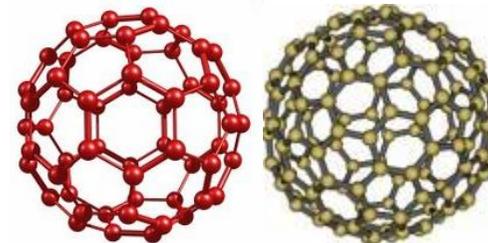
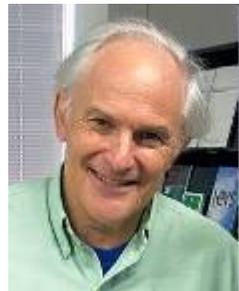


Хронология событий

- 1981 год. Американский ученый Герберт Глейтер (Herbert Gleiter) впервые использовал определение «нанокристаллический». Позже для характеристики материалов стали употреблять такие слова, как «наноструктурированный», «нанофазный», «нанокомпозиционный» и т.п.

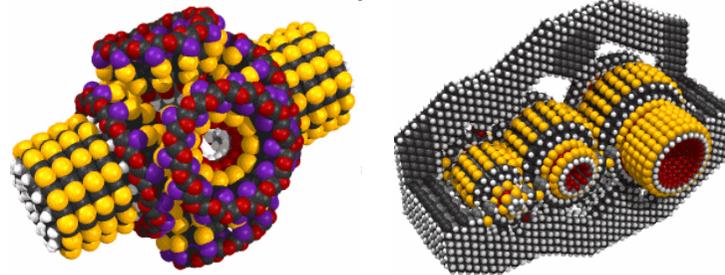


- 1985 год. Нобелевские лауреаты Роберт Керл (Robert Curl), Хэрольд Крото (Harold Kroto) и Ричард Смолли (Richard Smalley) впервые исследовали свойства фуллеренов. Ими в ходе изучения масс-спектров паров графита были выявлены крупные агрегаты C₆₀ и C₇₀, состоящие соответственно из 60 и 70 атомов углерода.

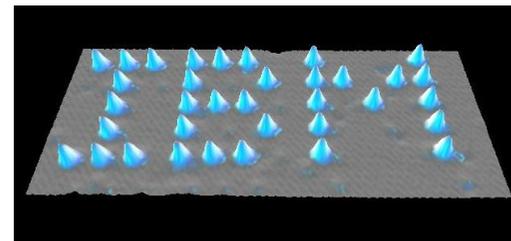


Хронология событий

- 1986 год. Американский физик Эрик Дрекслер (Eric Drexler) в своей книге о возможностях нанотехнологий «Машины созидания: пришествие эры нанотехнологий», основываясь на биологических моделях, ввел понятие о «молекулярных машинах», а также развил предложенные Фейнманом идеи нанотехнологическую стратегию «снизу вверх».



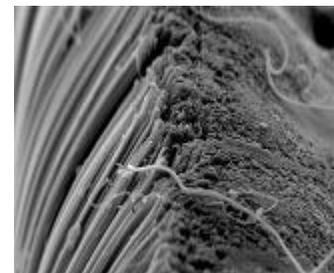
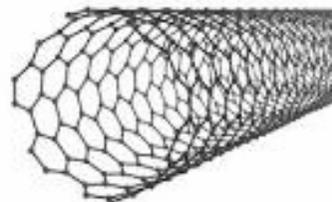
- 1989 год. Дональд Эйглер (Donald Eigler), сотрудник компании IBM, выложил название своей фирмы атомами ксенона.



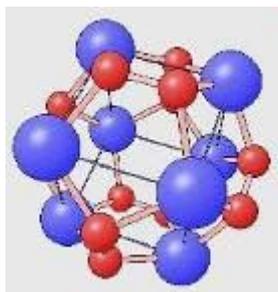
- 1990 год. Немецкие ученые Вольфганг Кретчмер (Wolfgang Kretschmer) и Коста Фостирополус (Kosta Fostiropoulos) разработали технологию, позволившую получать фуллерены в достаточно больших количествах. Как выяснилось позже, такие комплексы существуют в природном углеродном минерале — шунгите.

Хронология событий

- 1991 год. Японский ученый Сумио Иджима (Sumio Iijima) открывает углеродные нанотрубки.

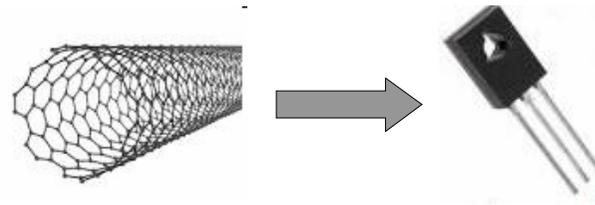


- 1991 год. В Японии началась реализация государственной программы по развитию техники манипулирования атомами и молекулами (проект "Атомная Технология").
- 1992 год. Ученые Гуо Б.С. (Guo B.S.), Вей С. (Wei S.), Пурнелл Дж. (Purnell J.), Бузза С. (Buzza S.), Кастлеман А. В. (Castleman A.W., Jr.) обнаружили стабильные фуллерено-подобные наночастицы Ti_8C_{12} (<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/cen-v070n011.p004>).

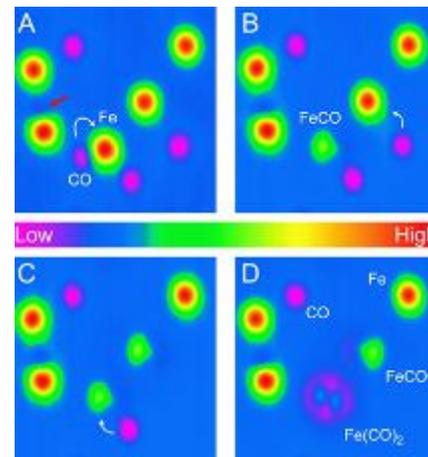


Хронология событий

- 1998 год. Голландский физик Сиз Деккер (Cees Dekker) из Дельфтского технологического университета создал транзистор на основе нанотрубок, используя их в качестве молекул. Для этого ему пришлось первым в мире измерить электрическую проводимость такой молекулы.

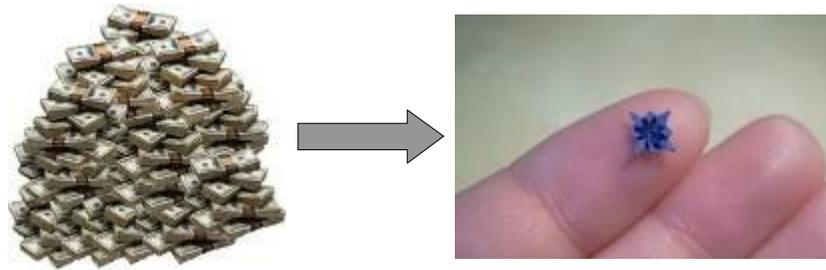


- 1999 год. Уилсон Хо (Wilson Ho) и Хайжун Ли (Hyojune Lee) исследовали химические связи, собирая молекулы карбонильного железа $\text{Fe}(\text{CO})_2$ из составляющих компонентов: железа (Fe) и окись углерода (CO) – с помощью сканирующего туннельного микроскопа (<http://www.physics.uci.edu/~wilsonho/c&en12999.html>) [5].

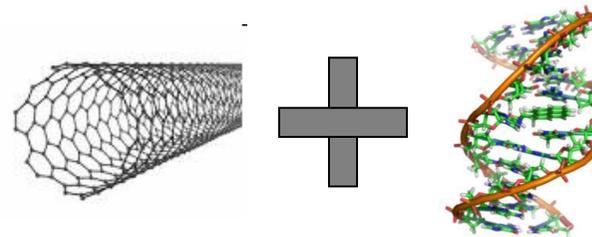


Хронология событий

- 2000 год. США поддержала создание Национальной Инициативы в области нанотехнологии (National Nanotechnology Initiative). Нанотехнологические исследования получили государственное финансирование. США приступили к реализации программы исследований, названной Национальной Нанотехнологической Инициативой (НИИ) (<http://nano.gov>).

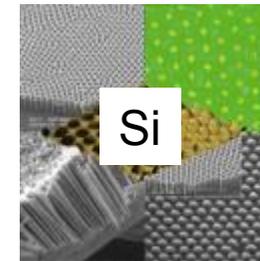
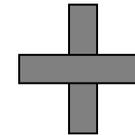
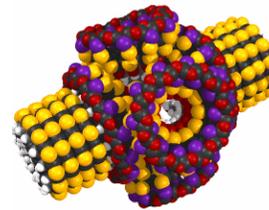


- 2000 год. Японская экономическая ассоциация «Кэйданрэн» (<http://www.keidanren.or.jp/english/>) организовала специальный отдел по нанотехнологиям при промышленно-техническом комитете, а в 2001г. был разработан общий план развития нанотехнологических исследований.
- 2002 год. Сиз Деккер (Cees Dekker) соединил углеродную трубку с ДНК, получив единый наномеханизм.



Хронология событий

- 2003 год. Карло Монтеманьо (Carlo Montemagno) объединил молекулярный двигатель (ротор) с наноразмерными устройствами из кремния. Это открывает новые возможности для создания молекулярных наномашин.

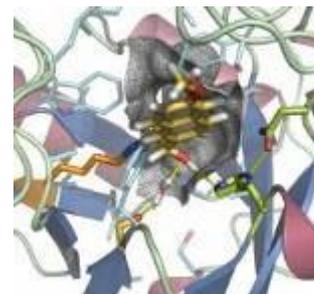


- 2003 год. Профессор Фенг Лью (Feng Liu) из университета Юты, используя наработки Франца Гиссибла (Franz Giessibl), с помощью атомного микроскопа построил образы орбит электронов путем анализа их возмущения при движении вокруг ядра
- (http://unews.utah.edu/news_releases/observing-the-039wings039-of-atoms/).

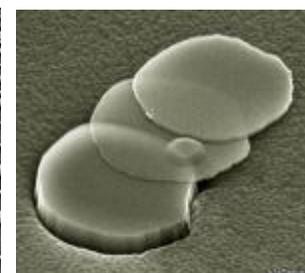
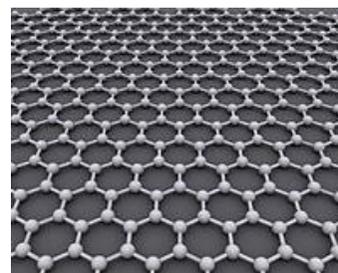
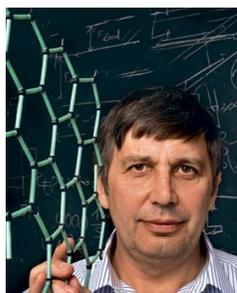


Хронология событий

- 2004 год. Дэвид Бейкер (David Baker) и Брайан Кульман (Brian Kuhlman) создали новые ферменты с измененной функцией, не существующие в природе (http://www.eurekalert.org/pub_releases/2008-11/uow-pfr112508.php, http://phys.protres.ru/lectures/protein_physics/101.html).

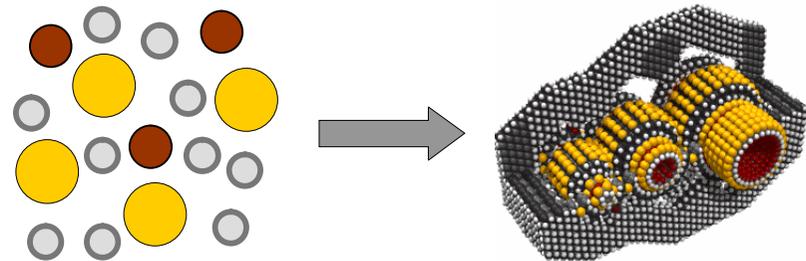


- 2004 год. Андрей Гейм (Andre Geim) и Константин Новосёлов (Konstantin Novoselov) открыли графен (аллотропную модификацию углерода), который представляет собой одинарный слой атомов углерода.



Хронология событий

- 2005 год. Кристиан Шафмейстер (Christian Schafmeister) разработал новую технологию синтеза макромолекул с заданными функциями, формой и массой (от 1000 до 10000 дальтон). В перспективе это позволит синтезировать молекулярные строительные блоки для изготовления наномашин (<http://vsip.mgopu.ru/data/2033.doc>).

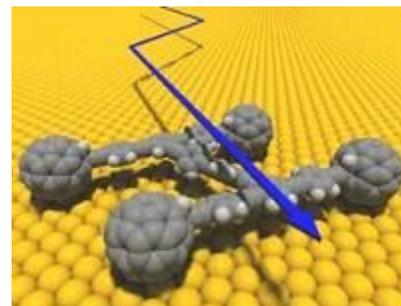


- 2006 год. Эрик Уинфри (Erik Winfree) и Пол Ротмунд (Paul W.K. Rothemund) создали сложные двумерные фигуры из ДНК структур, так называемые ДНК-оригами (<http://www.membrana.ru/particle/1808>, <http://lenta.ru/articles/2011/04/20/origami>).

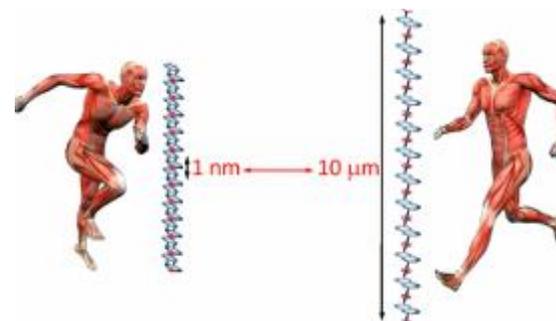


Хронология событий

- 2006 год. Джеймс Тур (James Tour) и его коллеги из университета Райса создали наноразмерную машину, сделанную из олиго (фенилен этинилен) с алкиниловыми осями и четырьмя сферическими фуллеренами C₆₀, в виде колес (бакиболы). Под действием повышения температуры, наномашина двигалась по поверхности золота. В результате бакиболы поворачивались, как колеса в обычном автомобиле (<http://www.rsc.org/chemistryworld/News/2006/March/29030603.asp>).



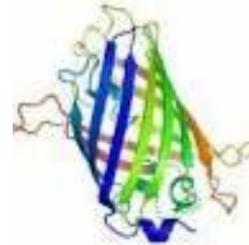
- 2007 год. Дж. Фрейзер Стоддарт (J. Fraser Stoddart) синтезировал кольцевые молекулы, которые могут изменять свои свойства под действием электричества. В перспективе это позволит создавать молекулярные мышцы [6].



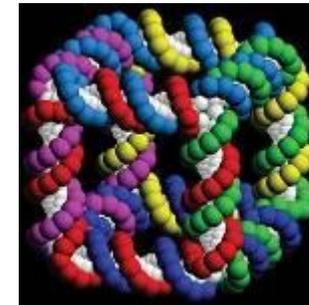
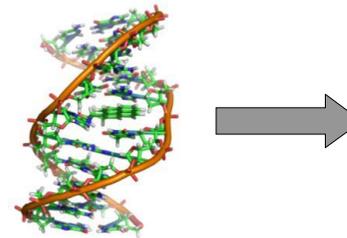
Длина полимеров может согласованно сокращаться и растягиваться под влиянием изменения кислотности среды (pH). Длина сокращается при повышении pH и увеличивается при понижении (<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ange.201206571/abstract>)

Хронология событий

- 2008 год. Нобелевские лауреаты по химии Осаму Симомура (Osamu Shimomura), Мартин Чалфи (Martin Chalfie) и Роджер Цяня (Roger Y. Tsien) извлекли люминесцентные клетки из медузы и выделили из них зеленый флуоресцентный белок (green fluorescent protein – GFP). Зеленый флуоресцентный белок – вещество, благодаря которому медузы светятся в темноте
- (<http://www.nanonewsnet.ru/news/2010/fluorestsentnye-belki-meduzy-pomogut-diagnostirovat-rakovye-opukholi>).

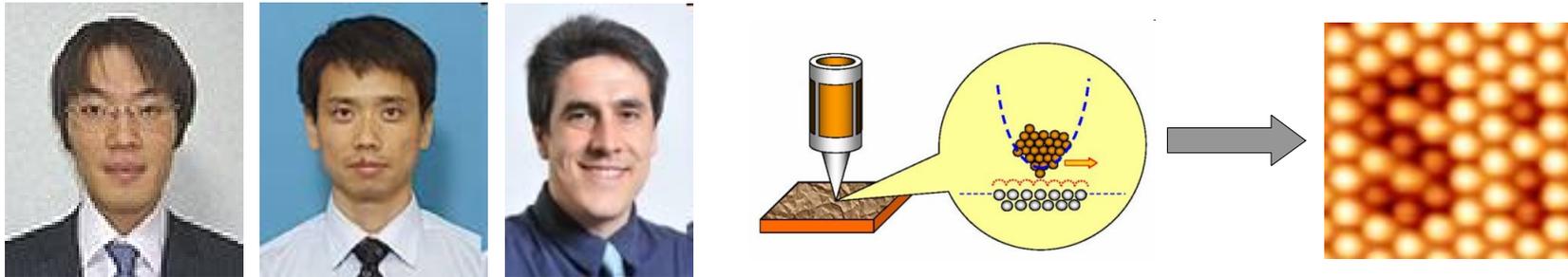


- 2009 год. Надриан Симан (Nadrian Seeman) и его коллеги из Нью-Йоркского университета создали самоорганизующиеся ДНК структуры, которые могут сворачиваться в 3D ромбоэдрические кристаллы, с установленной ориентацией
- (<http://scienceline.org/2009/12/3-d-dna-nanostructures>).



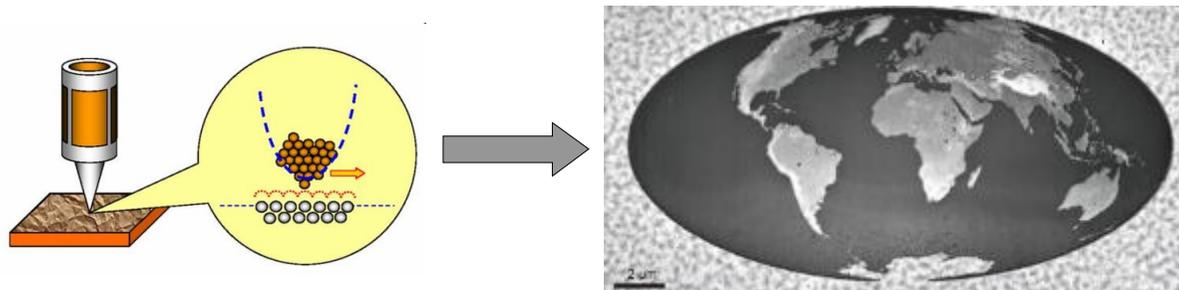
Хронология событий

- 2009 год. Японские ученые Есиаки Сугимото (Yoshiaki Sugimoto), Масаюки Абэ (Masayuki Abe) and Оскар Кустанце (Oscar Custance) научились выбирать и манипулировать отдельными атомами кремния, олова и свинца с помощью зонда АСМ, для построения сложных молекулярных структур при комнатной температуре
- (<http://www.hizone.info/index.html?di=200703023>),
(http://www.uam.es/gruposinv/spmth/highlights/2008_Science_322_413/highlight.html).



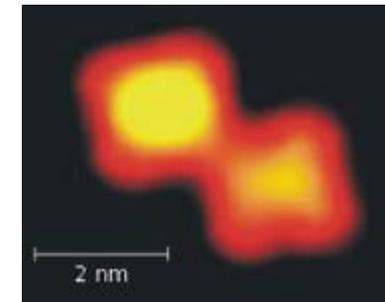
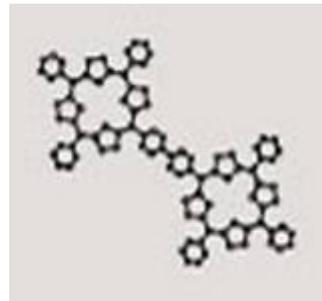
Аббревиатура "Si" написана отдельными атомами кремния на олове, при помощи зонда АСМ

- 2010 год. Компания IBM разработала технологию ультра точной и быстрой литографии, которая позволяет создавать наноразмерные рельефные 3D поверхности. С помощью кремниевого наконечника АСМ была начерчена рельефная карта мира, размером 22 мкм за время 2 мин 23 сек
- (<http://singularityhub.com/2010/04/28/ibm-creates-nano-sized-3d-map-of-earth-in-less-than-3-minutes-video/>).

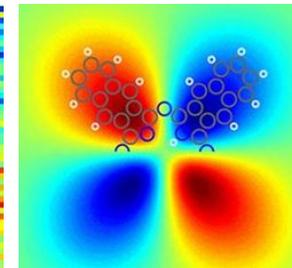
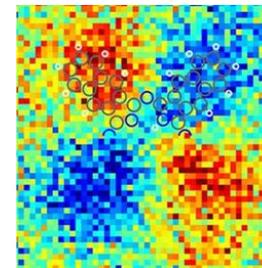


Хронология событий

- 2011 год. Немецкий физик Леонард Грил (Leonhard Grill) использовал сканирующую туннельную микроскопию (СТМ) для описания электронных и механических свойств отдельных молекул и полимерных цепочек
(<http://www.fhi-berlin.mpg.de/pc/grill/> ,
http://www.fu-berlin.de/en/presse/informationen/fup/2009/fup_09_037/index.html).



- 2012 год. Немецкие физики Герхард Мейер (Gerhard Meyer), Лео Гросс (Leo Gross), и Яша Репп (Jascha Repp) из компании IBM Research Zurich получили изображения распределения электронных зарядов в молекуле, с помощью сканирующей зондовой микроскопии. Это позволило достаточно подробно определить структуру отдельных молекул, а также замыкать и размыкать отдельные химические связи
(http://rnd.cnews.ru/news/line/index_science.shtml?2012/02/28/479275,
http://p2p.kz/blog/interesting_in_the_world/217.html).



Источники информации

1. <http://planete-zemlya.ru/drevnejshie-nanotexnologii/>
2. <http://monada.info/>
3. <http://innosfera.org/node/340>
4. <http://900igr.net/datai/meditsina/Nanotekhnologii-v-medsine/0007-003-Nanotekhnologija-khronologija.png>
5. <http://www.nano.gov/timeline>
6. <http://www.foresight.org/nano/history.html>

Автор: Павленко Александр

(<http://cryogenic.physics.by/index.php/ru/scientific-activities/employees/178-pavlenko>)

Примечание. Автору принадлежат права на подбор и систематизацию информации. На некоторый материал (текст, фотографии, графические изображения) даны гиперссылки, в силу соблюдения авторских прав.