

Лекция 6. Нанотехнология

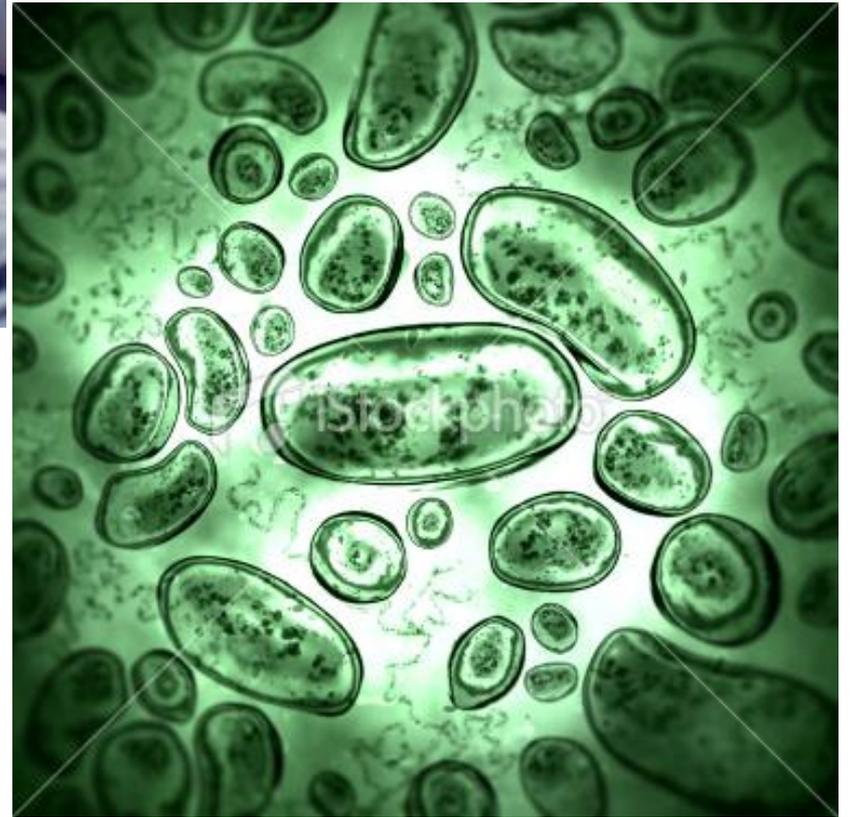
Использованы материалы интернет-ресурсов
ru.wikipedia.org,
popmech.ru,
nanometer.ru

1. Основные понятия.

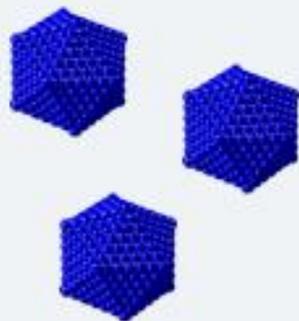
- Приставка «нано» (по-гречески – «карлик») означает «одна миллиардная доля». То есть один нанометр (1 нм) – одна миллиардная доля метра (10^{-9} м).
- Чтобы оценить масштаб, представьте себе земной шар и копеечную монету – примерно так соотносятся между собой метр и нанометр.



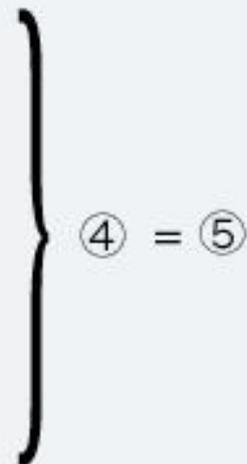
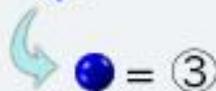
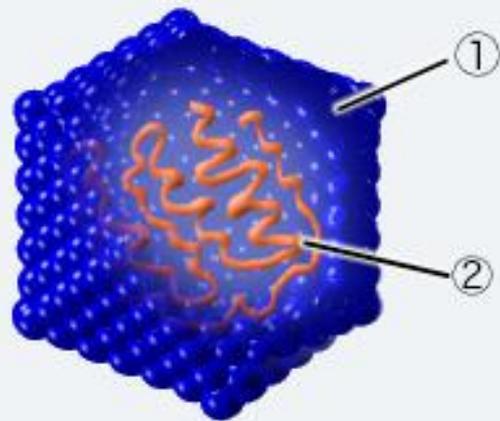
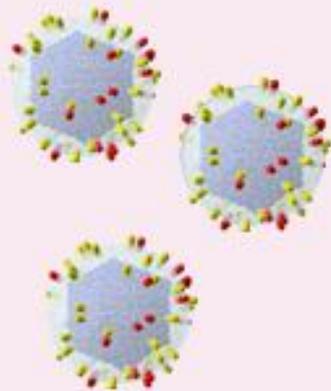
- **Миллиметрами (тысячными долями метра) размечена школьная линейка, микрометры (они же микроны, миллионные доли метра) – размер того, что видно в хороший микроскоп (клетки, микробы и их органеллы).**



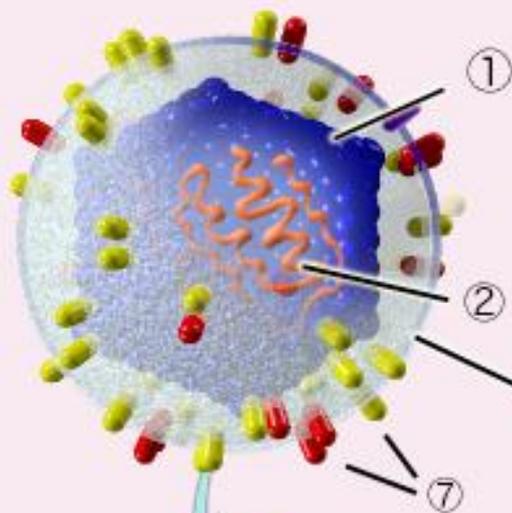
- **Сотнями нанометров исчисляются размеры вирусов, десятками – крупные белковые молекулы, с недавних пор – транзисторы в компьютерных процессорах.**
- **Простые молекулы измеряются единицами нанометров, атомы – десятыми долями.**

A

10 ~ 100nm

**B**

10 ~ 100nm



- **В наномасштабе принято измерять то, что уместается по размерам в диапазон от атомов до вирусов (0,1–100 нм).**
- **именно на этом уровне наблюдаются многие процессы фундаментальной важности – от химических реакций до квантовых эффектов.**

- **Знание этих процессов позволит создавать наноразмерные структуры, которые придают материалам и устройствам полезные, а иногда просто необыкновенные свойства.**

- **Способы создания таких наноразмерных структур как раз и называются нанотехнологиями.**
- **Вообще говоря, нанотехнологии не являются самостоятельным разделом науки. Скорее это именно комплекс прикладных технологий, фундаментальные основы которых изучаются в таких дисциплинах, как коллоидная химия, физика поверхности, квантовая механика, молекулярная биология и т.п.**

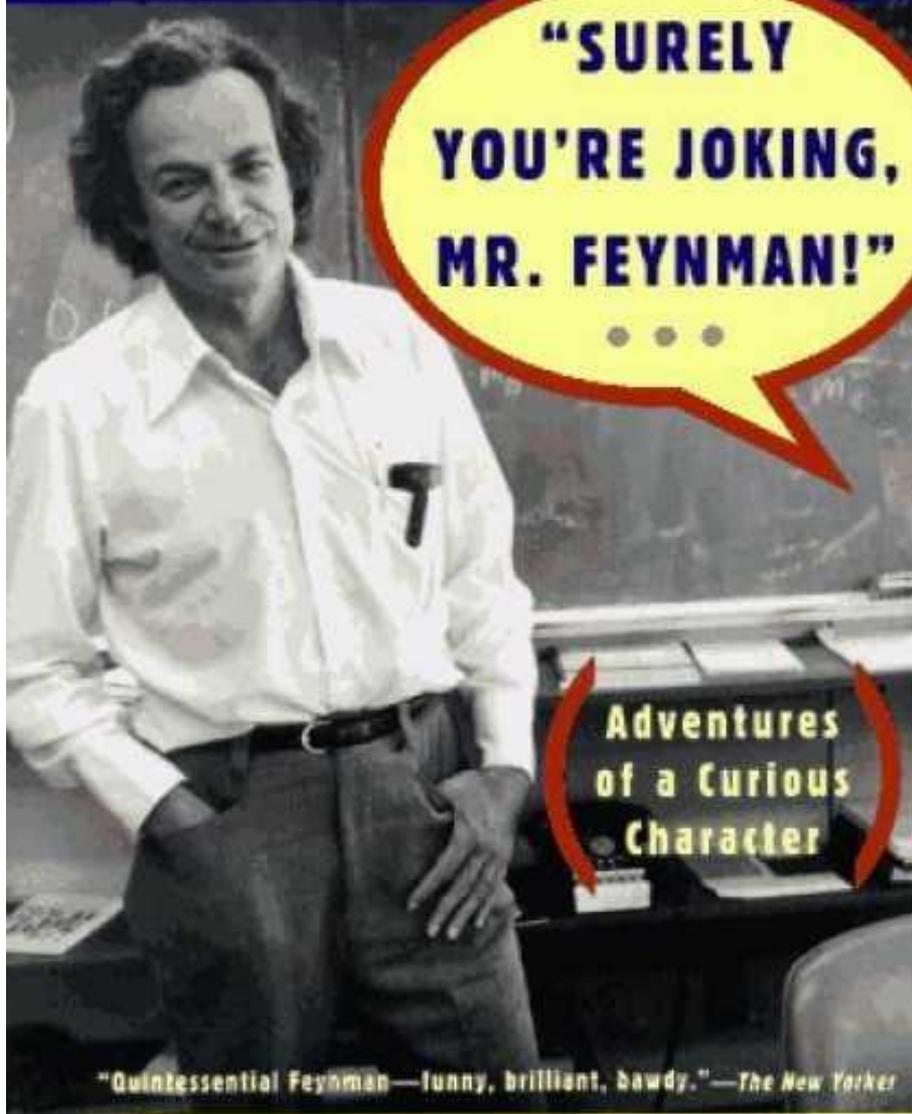
2. История развития нанотехнологий.

- **Первые предположения о возможности исследования объектов на атомном уровне можно встретить в книге «Optics» Исаака Ньютона, вышедшей в 1704 году.**
- **В книге Ньютон выражает надежду, что микроскопы будущего когда-нибудь смогут исследовать «тайны корпускул»**



- Многие источники связывают первое упоминание нанотехнологических методов с известным выступлением Ричарда Фейнмана «В том мире полно места» (англ. «There's Plenty of Room at the Bottom»), сделанным им в 1959 году в Калифорнийском технологическом институте на ежегодной встрече Американского физического общества.

NEW YORK TIMES BESTSELLER



**"SURELY
YOU'RE JOKING,
MR. FEYNMAN!"**
...

**Adventures
of a Curious
Character**

"Quintessential Feynman—funny, brilliant, bowdy."—The New Yorker

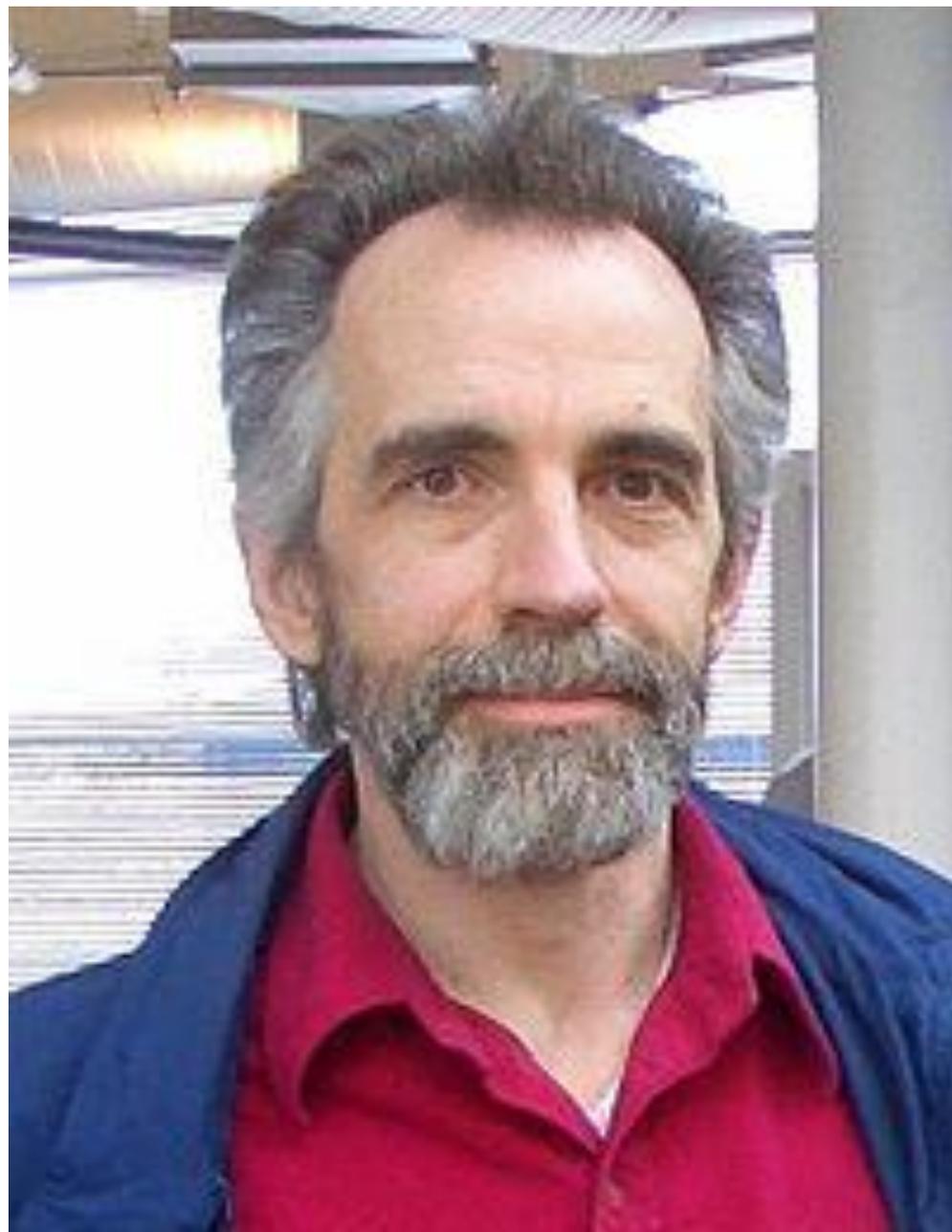
RICHARD P. FEYNMAN

- **Впервые термин «нанотехнология» употребил Норио Танигути в 1974 году.**
- **Он назвал этим термином производство изделий размером несколько нанометров.**



- *«Нанотехнологии преимущественно состоят из процессов разделения, объединения и деформации материалов атом за атомом или молекула за молекулой»*
- Танигути

- **В 1986 году термин «нанотехнологии» независимо от Норио Танигути предложил американский инженер и популяризатор Эрик Дрекслер в своей книге «Машины создания: Грядущая эра нанотехнологии»**



3. Методы нанотехнологии

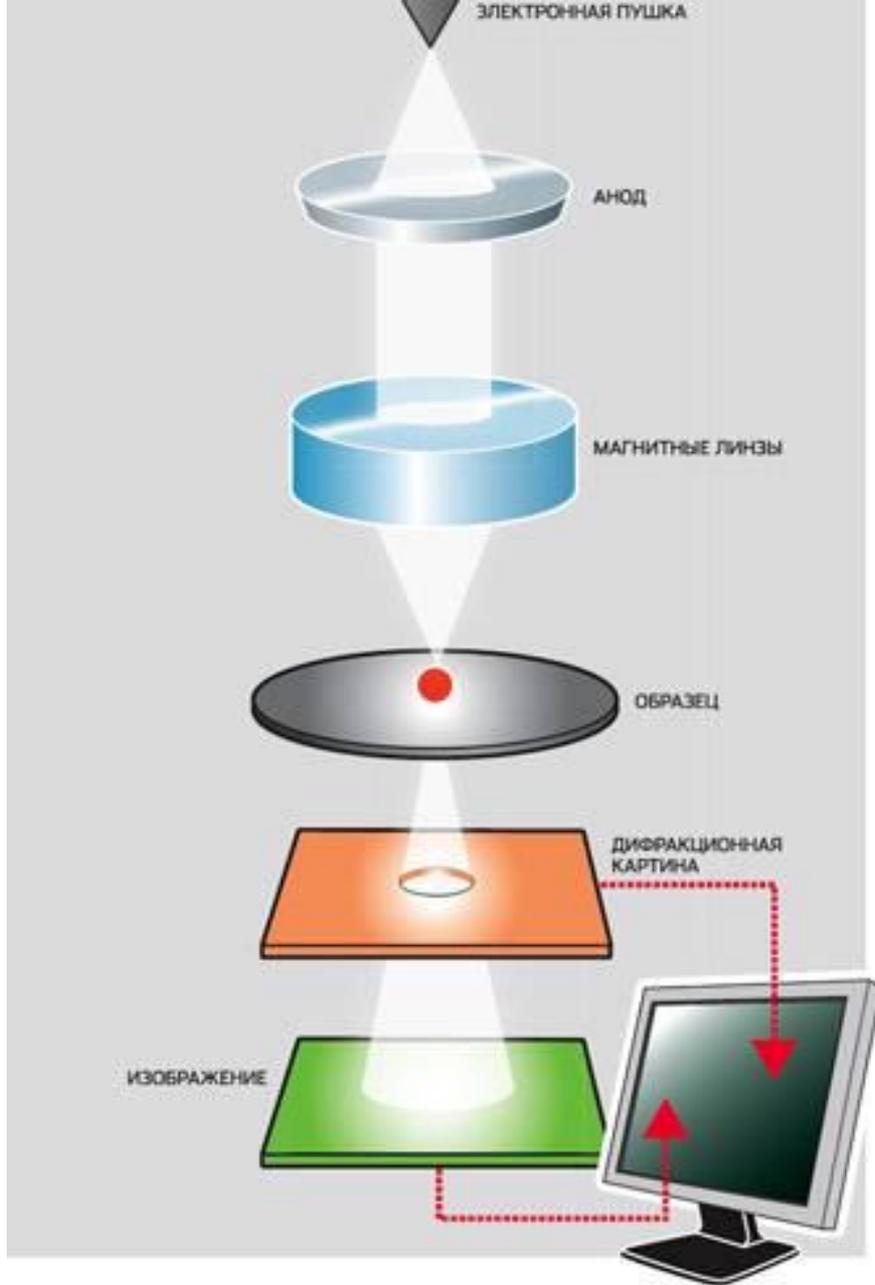
- Дифракционный предел для видимого света позволяет достичь примерно 1000-кратного увеличения – это соответствует разрешению порядка нескольких сотен нанометров.**

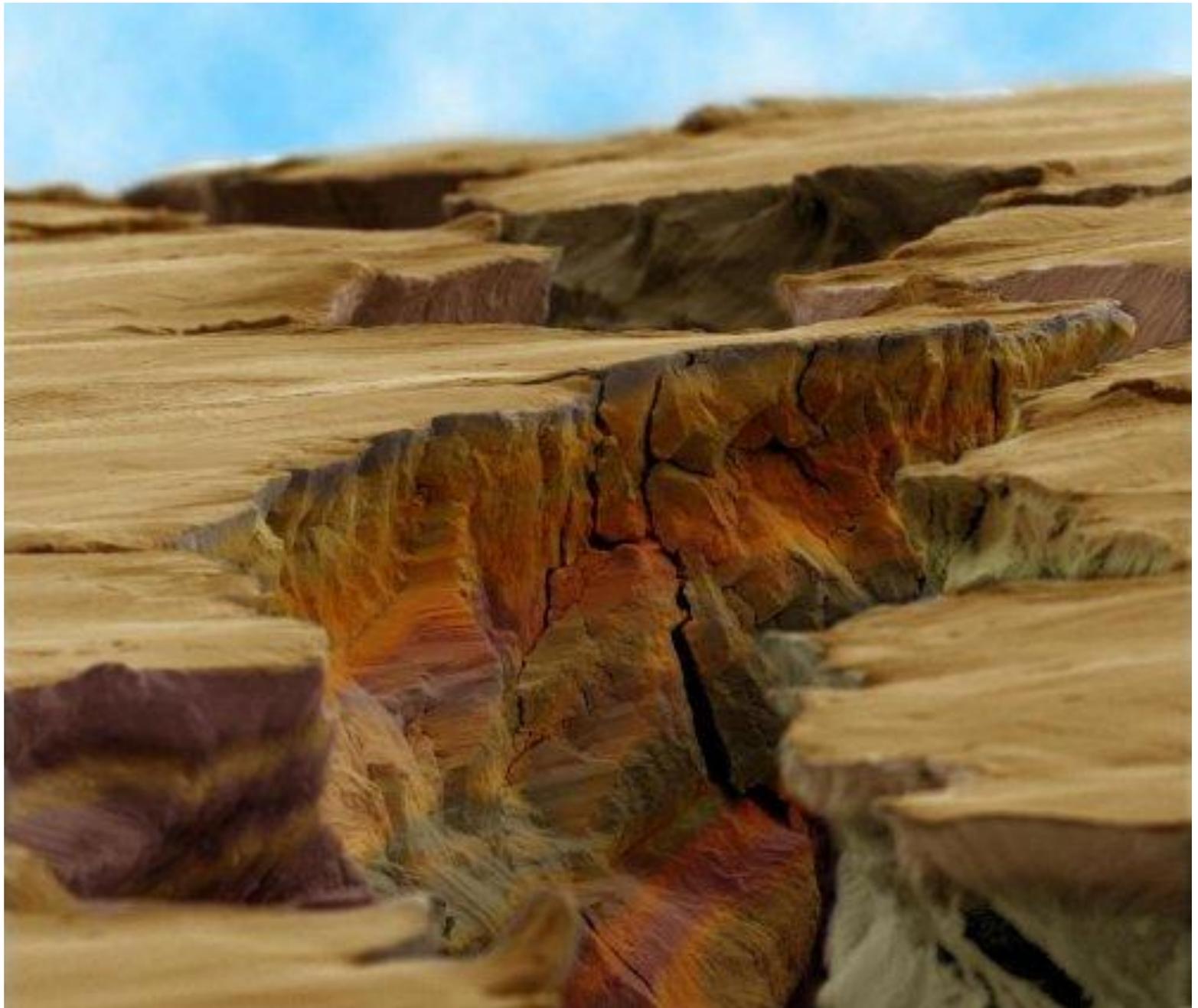
- **Объекты размером в десятки, а тем более в единицы нанометров в световой микроскоп разглядеть невозможно.**
- **Поэтому первым шагом к наномиру стал *электронный микроскоп.***

- По своему принципу он напоминает обычный микроскоп, но **вместо света здесь работают электроны, фокусируемые магнитными линзами.** Пучок электронов, проходя через тонкий образец, взаимодействует с ним, а затем попадает на люминесцентный экран, делающий картину видимой для человеческого глаза.

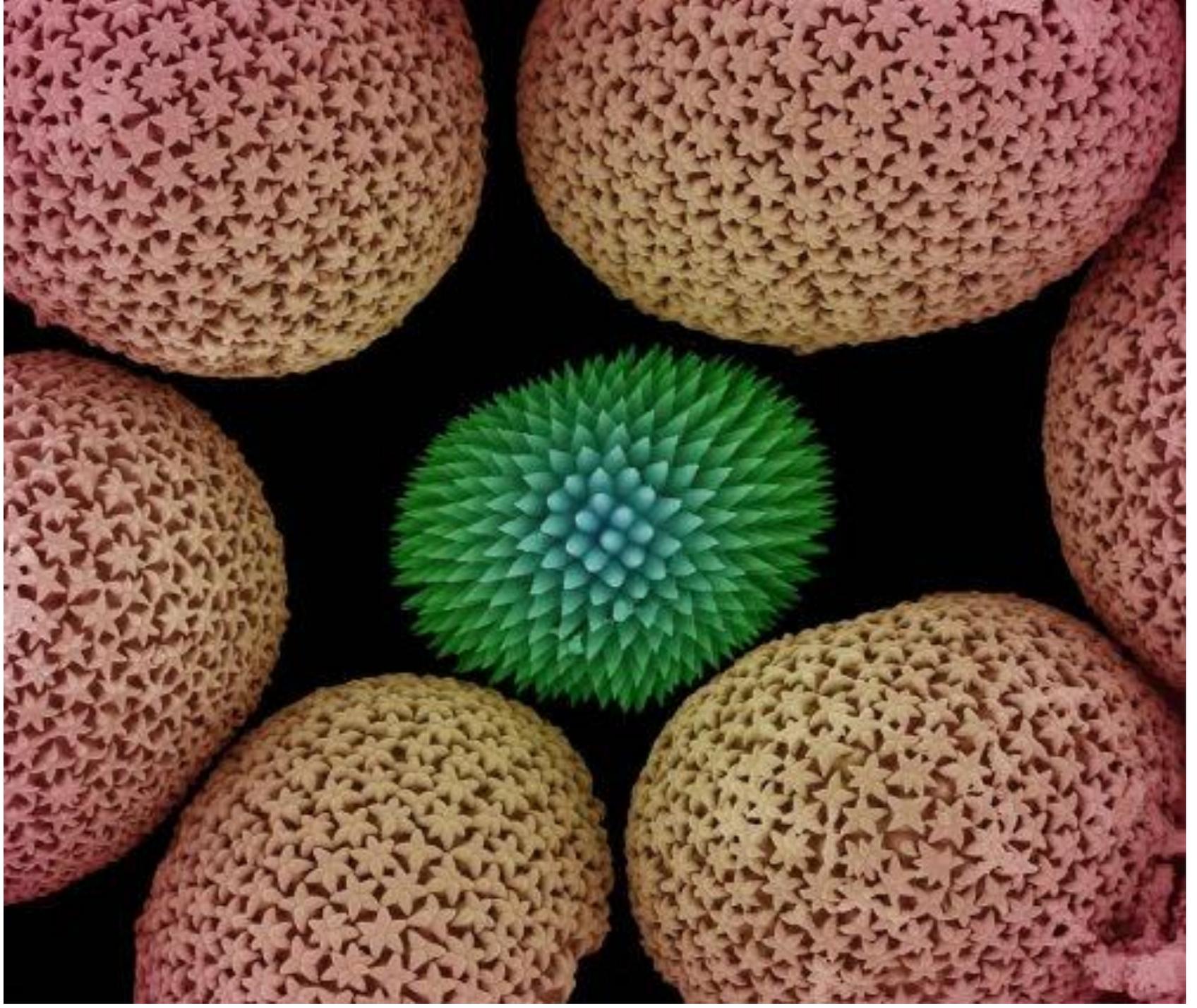
- В 1931 году Р. Руденберг получил патент на просвечивающий электронный микроскоп, а в **1932 году М. Кноль и Э. Руска построили первый прототип современного прибора.**

- **Электронный микроскоп даёт увеличение в миллионы раз, разрешение – десятые доли нанометра.**





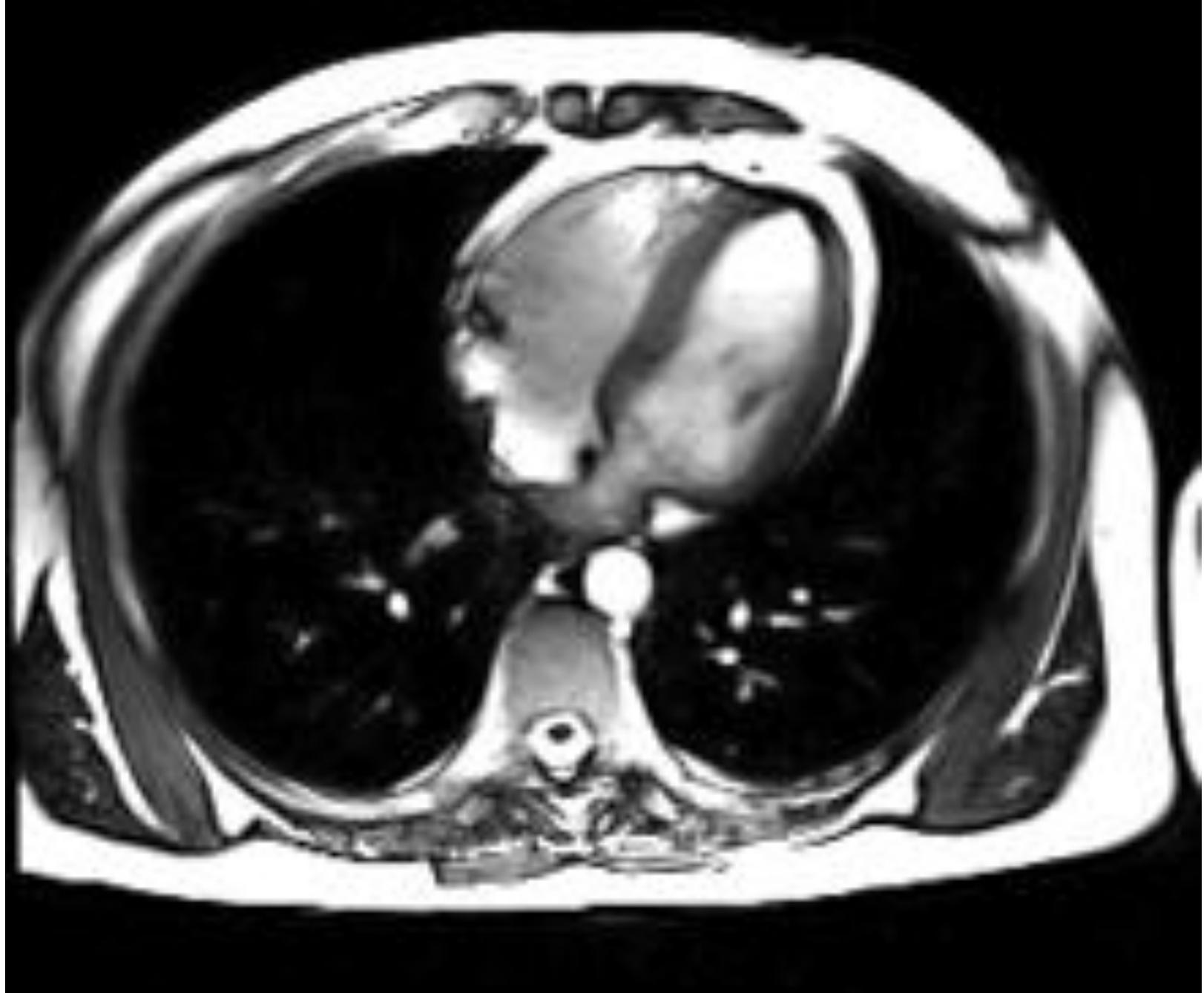




- **Во второй половине и конце 20 в. были созданы более изощрённые методы наблюдения нанообъектов:**
- **Сканирующий туннельный микроскоп** (позволяет рассматривать отдельные атомы);
- **Магнитно-резонансная силовая томография** (произвела революцию в медицине)



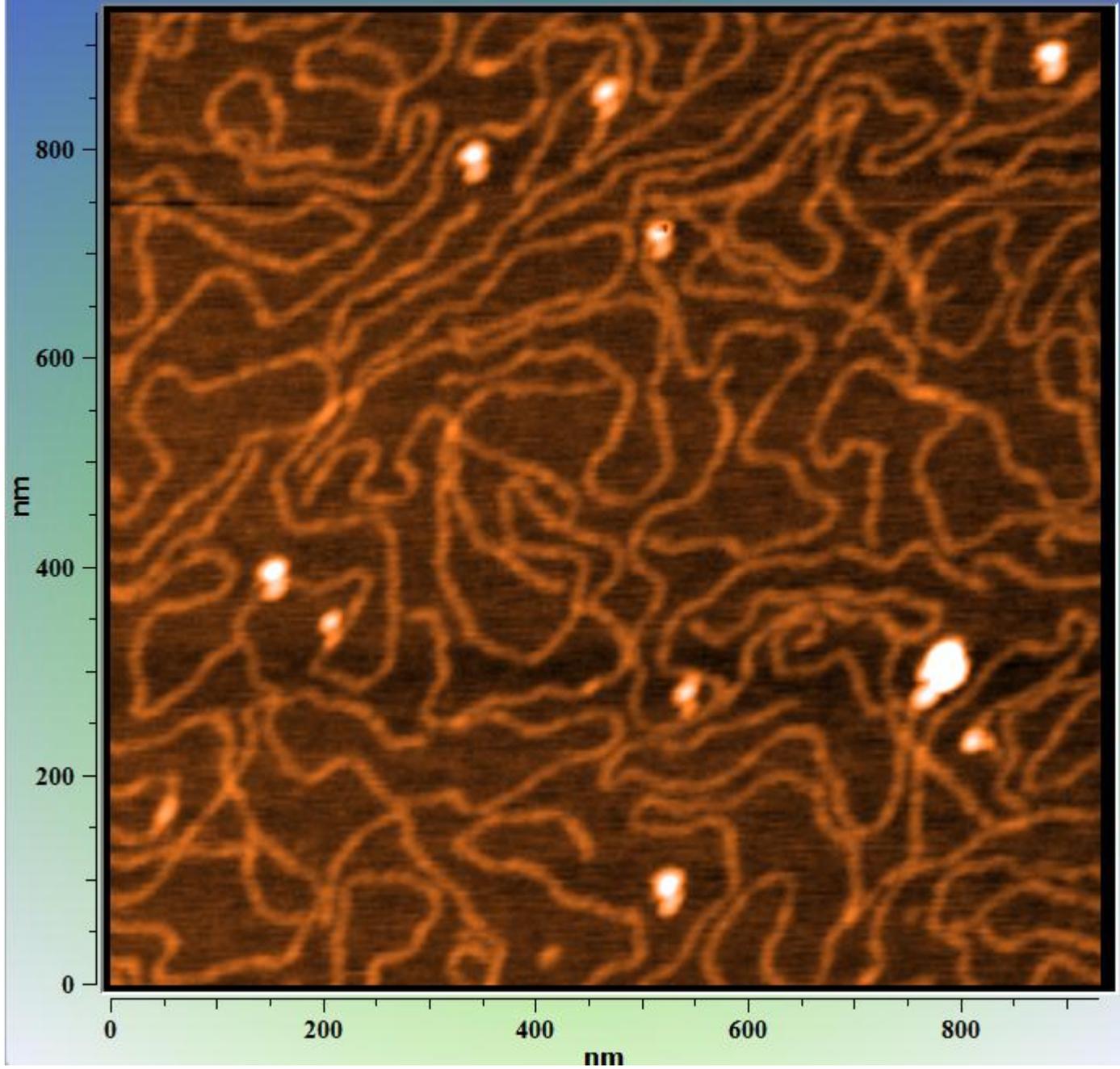




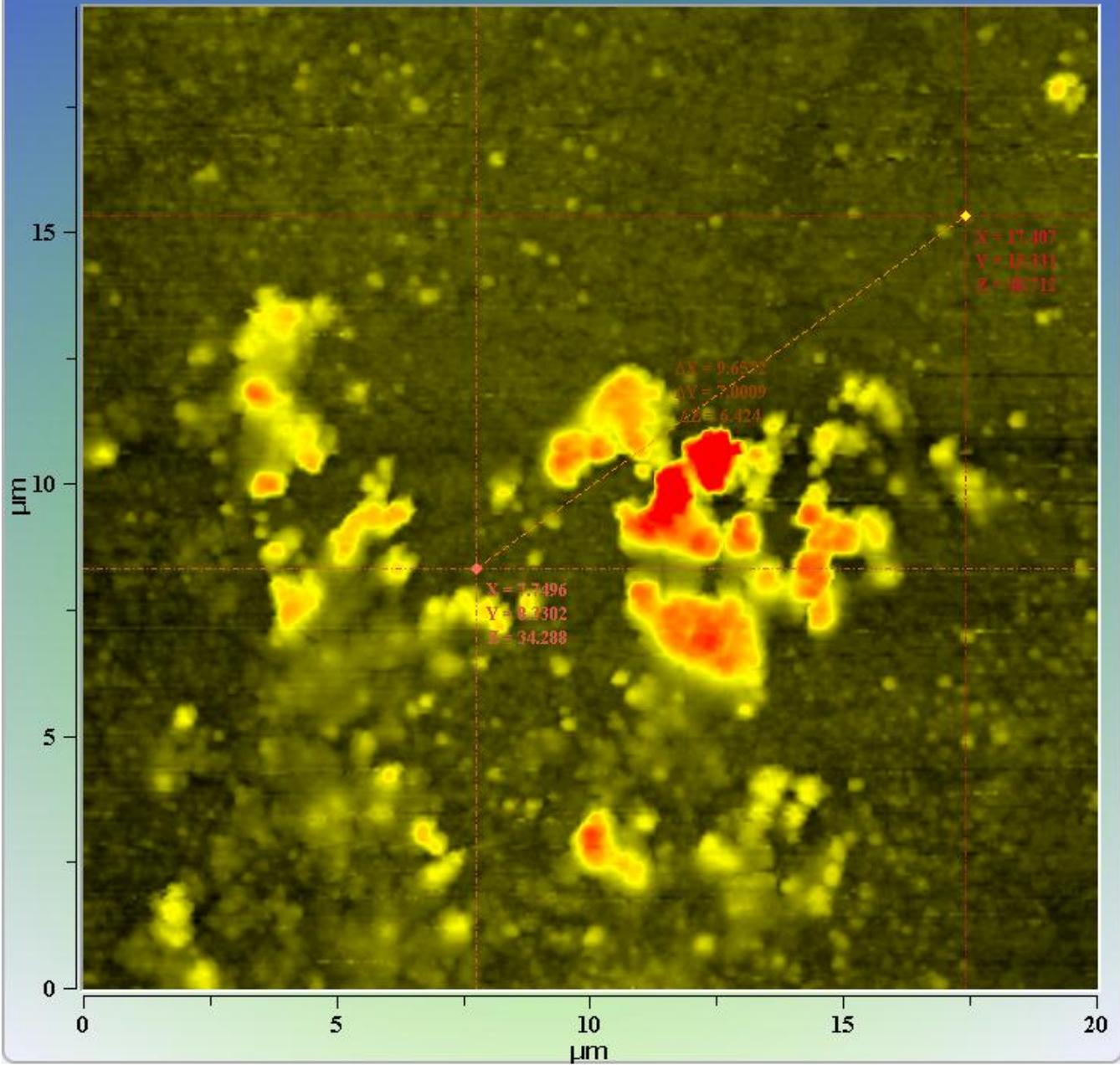
- **Атомно-силовой микроскоп** (позволяет не только «рассматривать» отдельные атомы и молекулы, но и манипулировать ими)



DNA molecules



Height 2

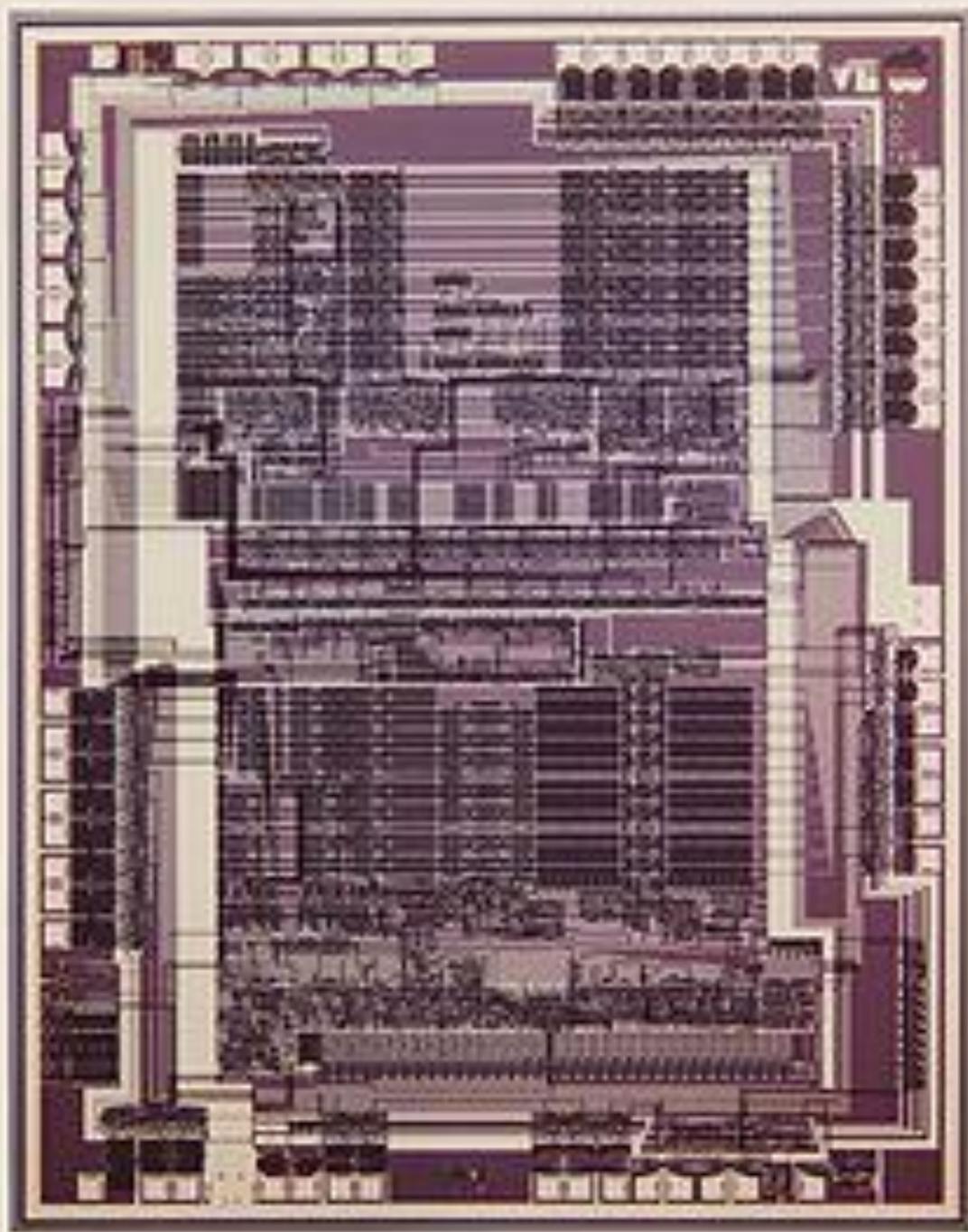


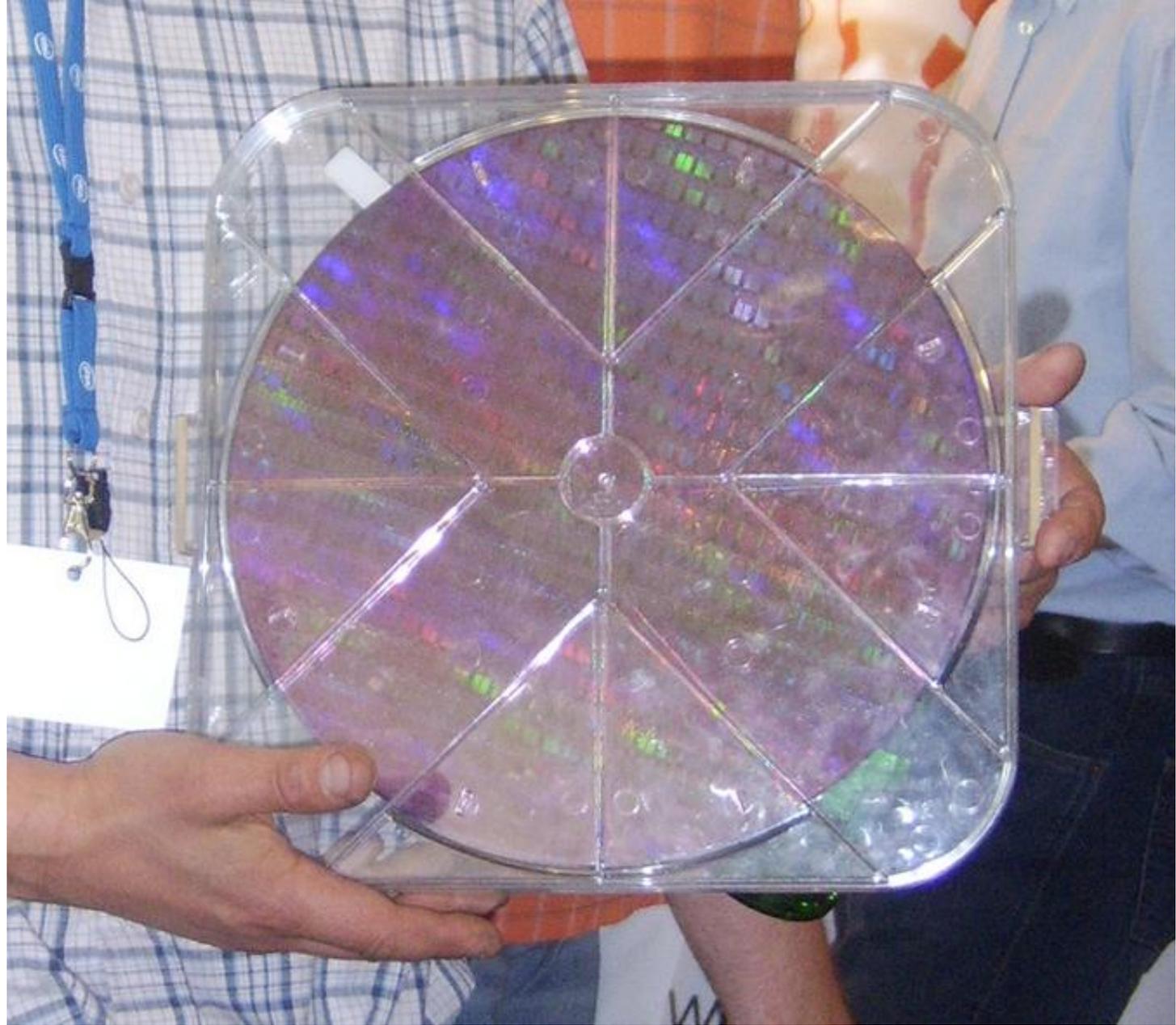
4. Примеры нанотехнологий

- **Природа «изобрела» нанотехнологии (как и многое другое) задолго до человека, который лишь в последние несколько десятилетий идет по тому же пути, пытаюсь повторить некоторые из ее изобретений.**

- **Самый известный пример успешно работающих и массовых нанотехнологий – это электронные компоненты. Сейчас эту область уже можно с полным правом называть наноэлектроникой: в 2003 году компания Intel перешла к 90-нм технологии процессоров, что полностью подпадает под определение нанотехнологий (менее 100 нм).**

- Строительство завода Intel для техпроцесса 14 нм, под названием Fab42, в американском штате Аризона началось в середине 2011 года, а в эксплуатацию он будет сдан в 2013 году.





- **Одним из самых массовых видов нанопродукции являются *ультрадисперсные порошки*.**
- **Измельчение веществ до наночастиц размерами в десятки или сотни нанометров часто придает им новые полезные качества.**

- **Например, серебро в форме наночастиц становится чрезвычайно губительным для бактерий – это его свойство успешно применяется в современных ранозаживляющих повязках, а также в антимикробных тканях.**

- **Нанопорошок из отработанных шин при добавлении в сырье для асфальта делает дорожное покрытие чрезвычайно износоустойчивым.**

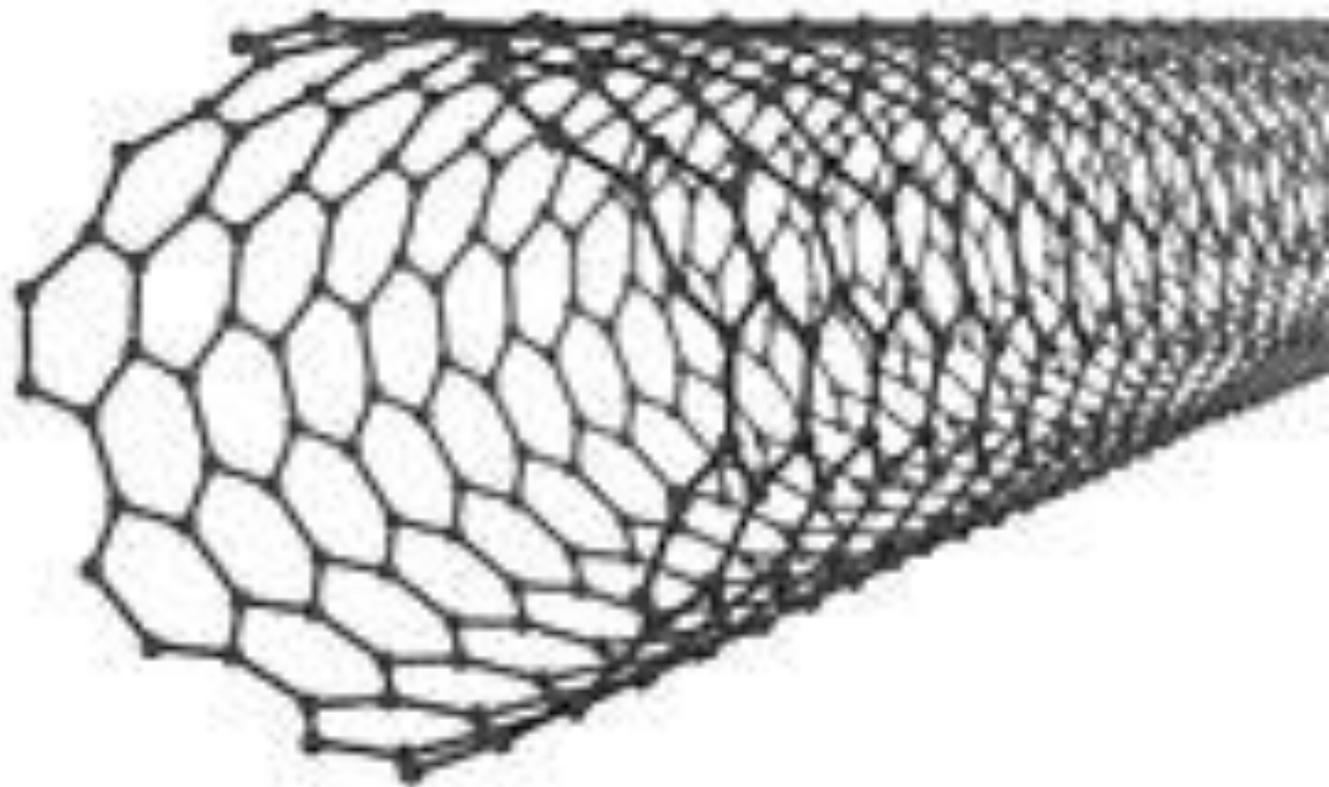
- **Нанопорошки глины в последние годы активно используют в изолирующих покрытиях силовых кабелей – такая изоляция очень плохо горит, и это очень хорошо для безопасности зданий.**

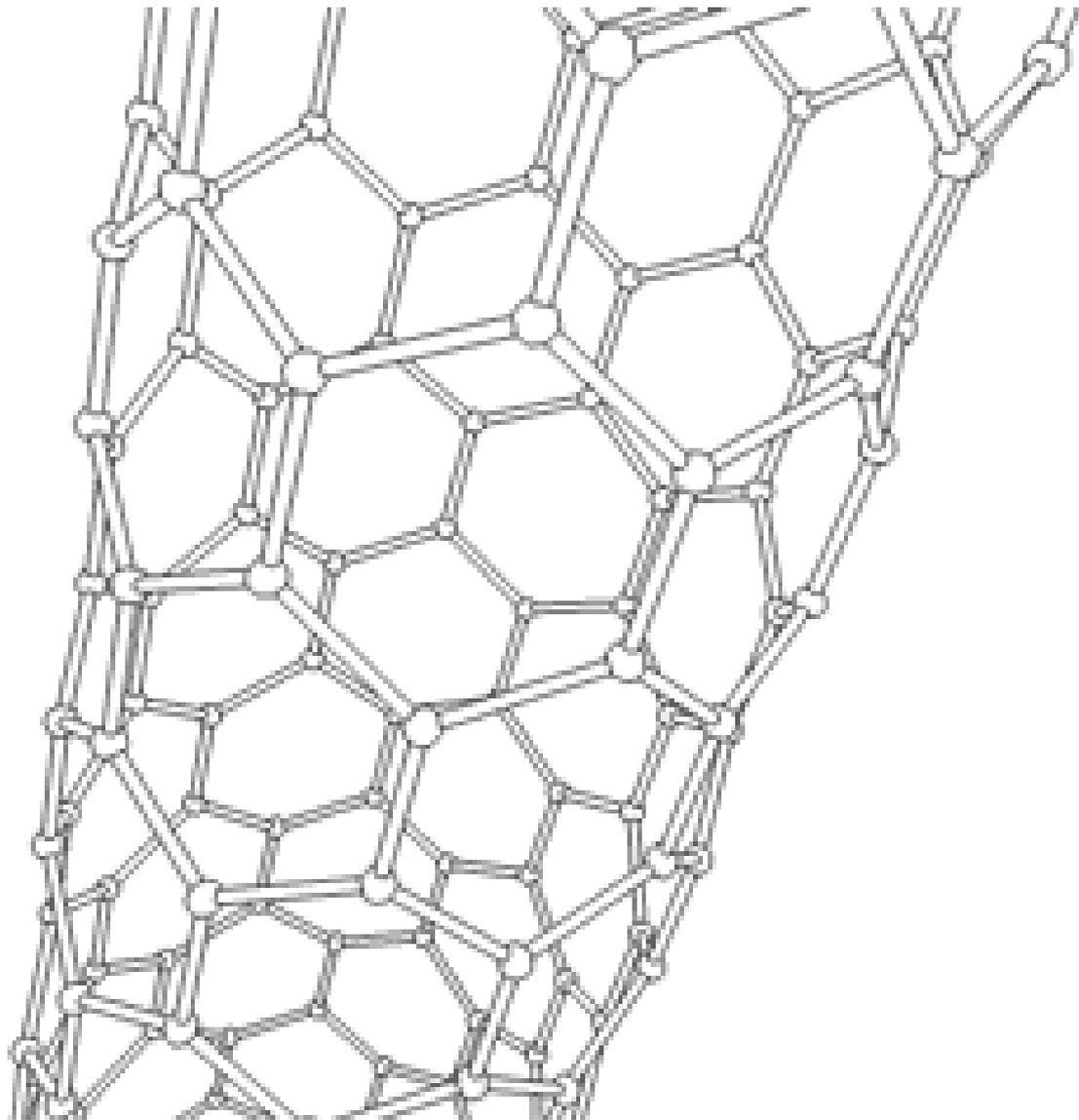
- **Наночастицы диоксида титана** (основы всем известных титановых белил) являются очень эффективным фотокатализатором и **используются как активный элемент в фильтрах бытовых воздухоочистителей.**

- **А наночастицы платины используют в каталитических дожигателях современных автомобилей для уменьшения выброса в атмосферу вредных веществ.**

Наноматериалы

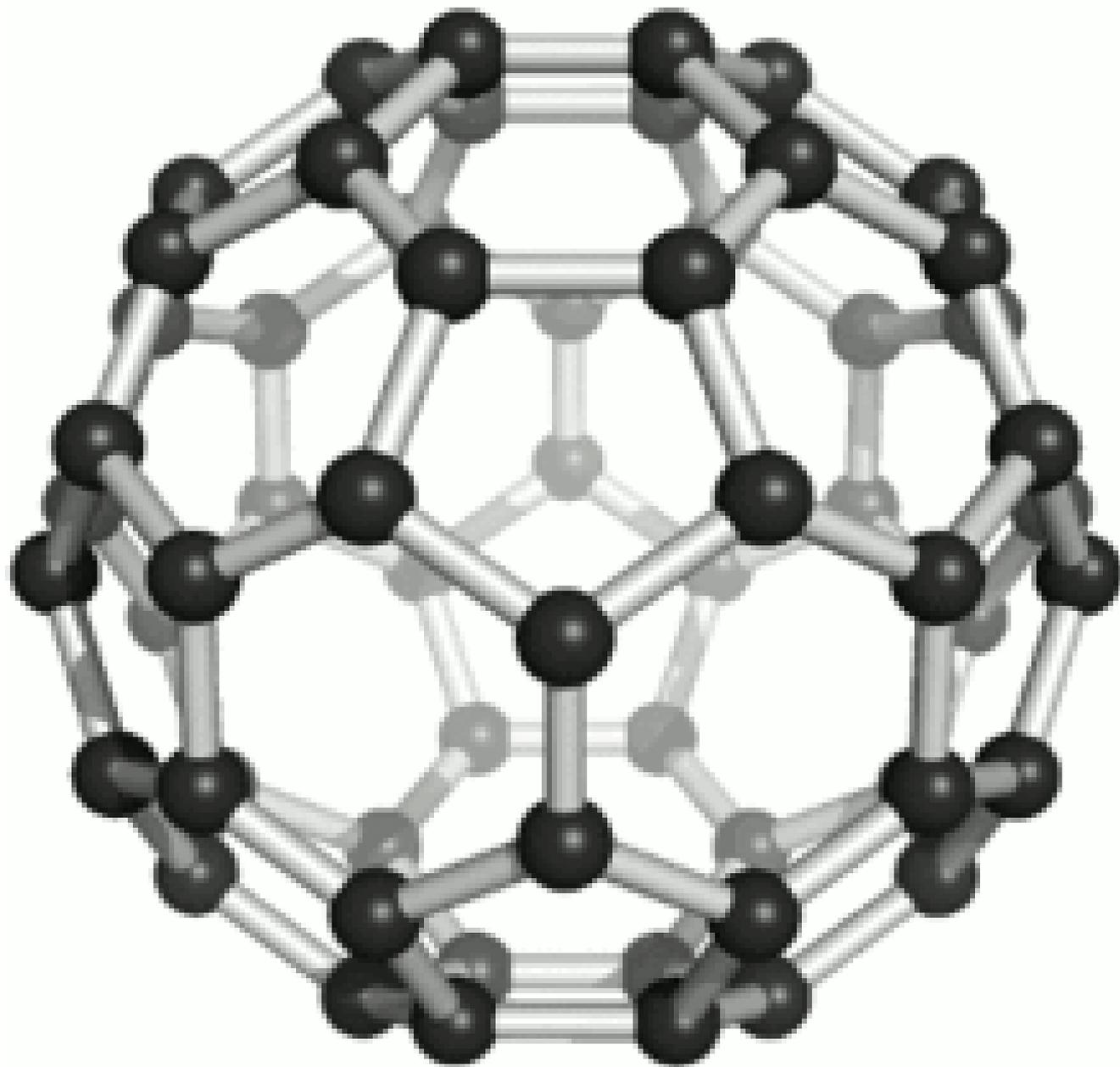
- **Углеродные нанотрубки — это протяжённые цилиндрические структуры диаметром от одного до нескольких десятков нанометров и длиной до нескольких сантиметров**

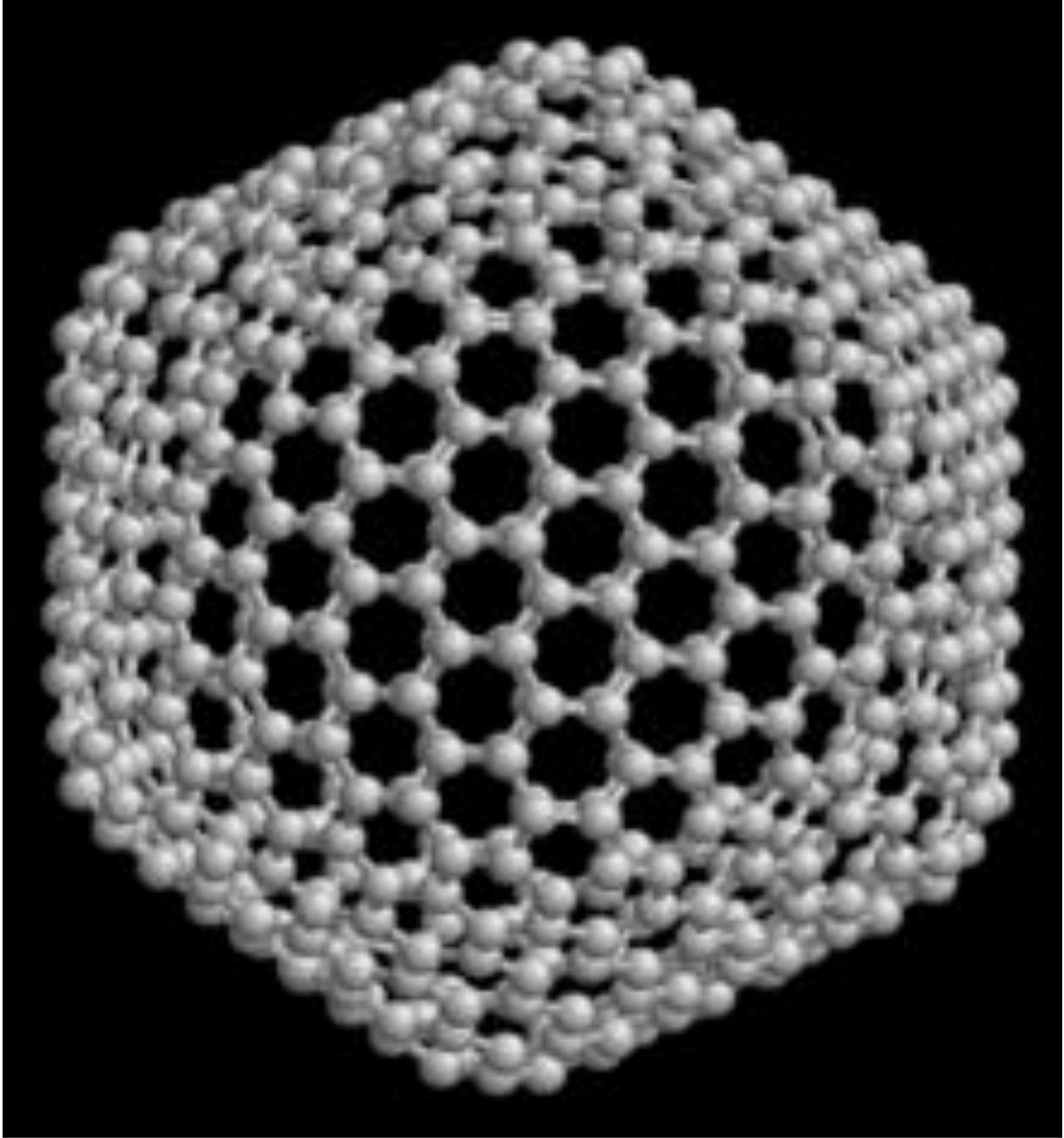




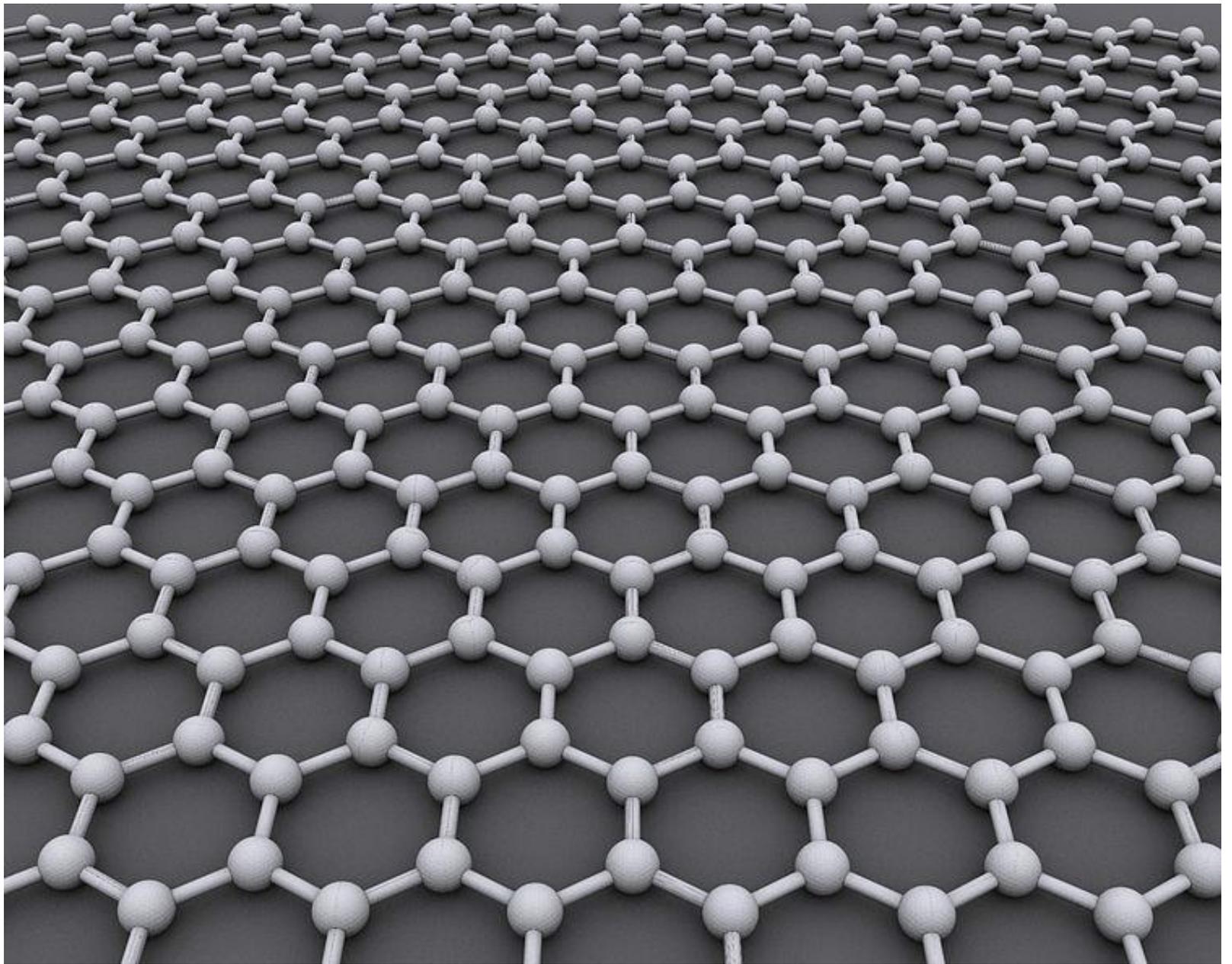
- **Фуллерён, бакибóл или букибóл — молекулярное соединение, принадлежащее классу аллотропных форм углерода и представляющее собой выпуклые замкнутые многогранники, составленные из чётного числа трёхкоординированных атомов углерода.**



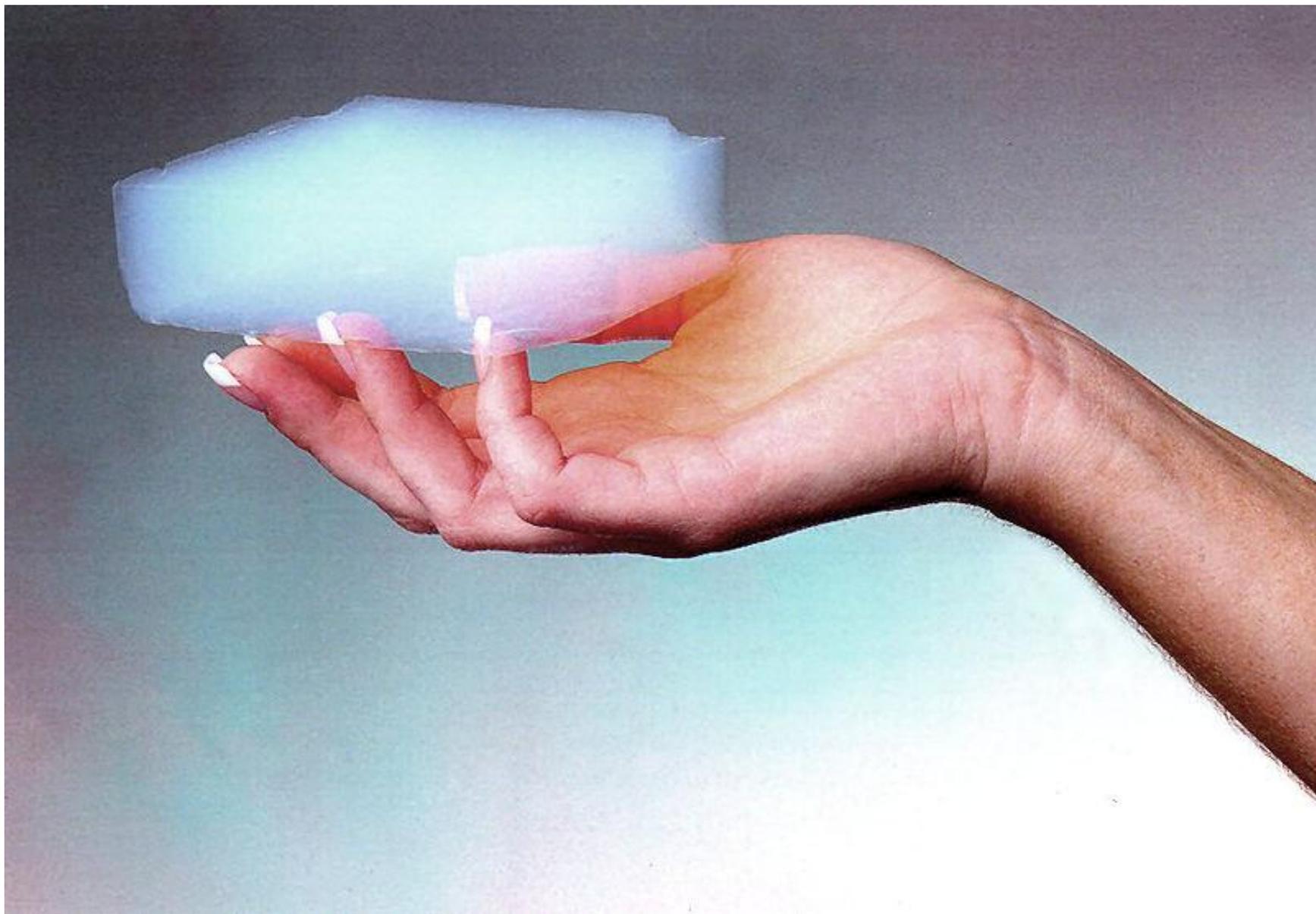




- **Графён (англ. graphene) — двумерная аллотропная модификация углерода, образованная слоем атомов углерода толщиной в один атом**

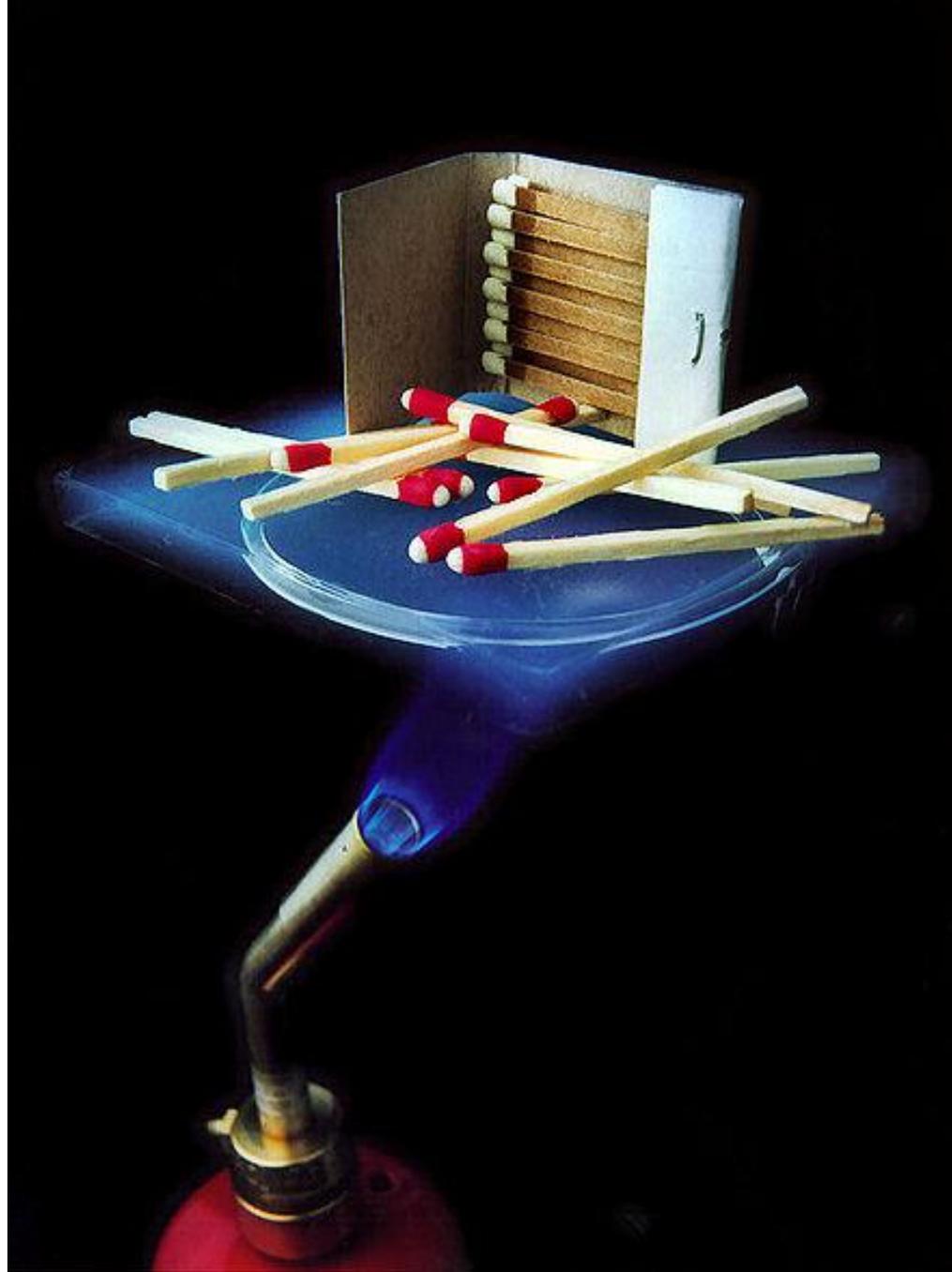


- **Аэрогели** (от лат. aer — воздух и gelatus — замороженный) — класс материалов, представляющих собой гель, в котором жидкая фаза полностью замещена газообразной. Такие материалы обладают рекордно **низкой плотностью** и демонстрируют ряд уникальных свойств: **твёрдость, прозрачность, жаропрочность, чрезвычайно низкую теплопроводность**



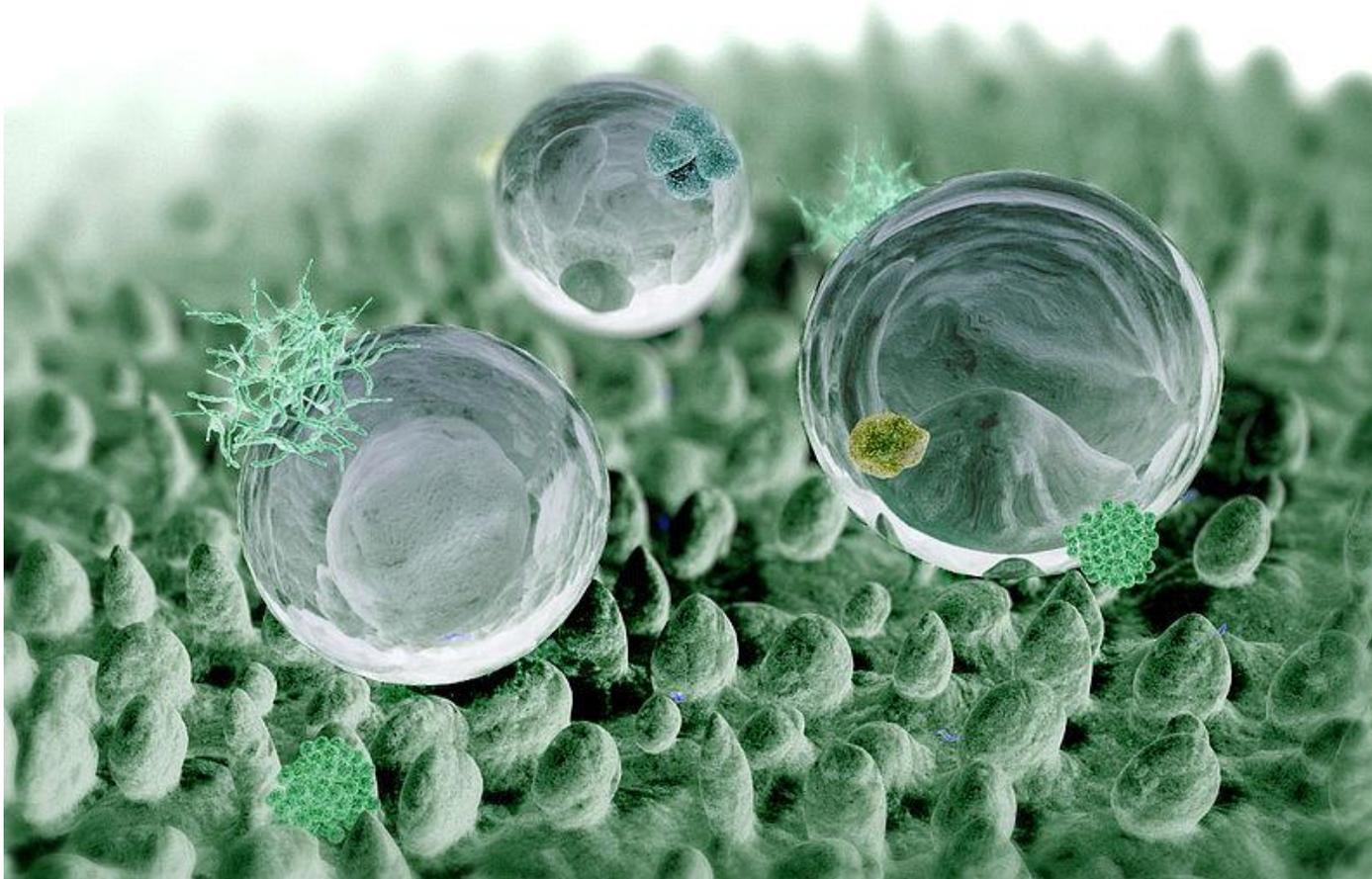


Кирпич массой 2,5 кг стоит на
куске аэрогеля массой 2,38 г



- В начале 2006 некоторые компании, например, United Nuclear, заявили о начале продаж аэрогеля организациям и частным лицам. В зависимости от размера и формы образца, цена составляет от \$25 (фрагменты) до \$125 (кусочек, помещающийся на ладони).

- Самоочищающиеся поверхности на основе *эффекта лотоса*.





- **Наномедицина — слежение, исправление, конструирование и контроль над биологическими системами человека на молекулярном уровне, используя наноустройства и наноструктуры**

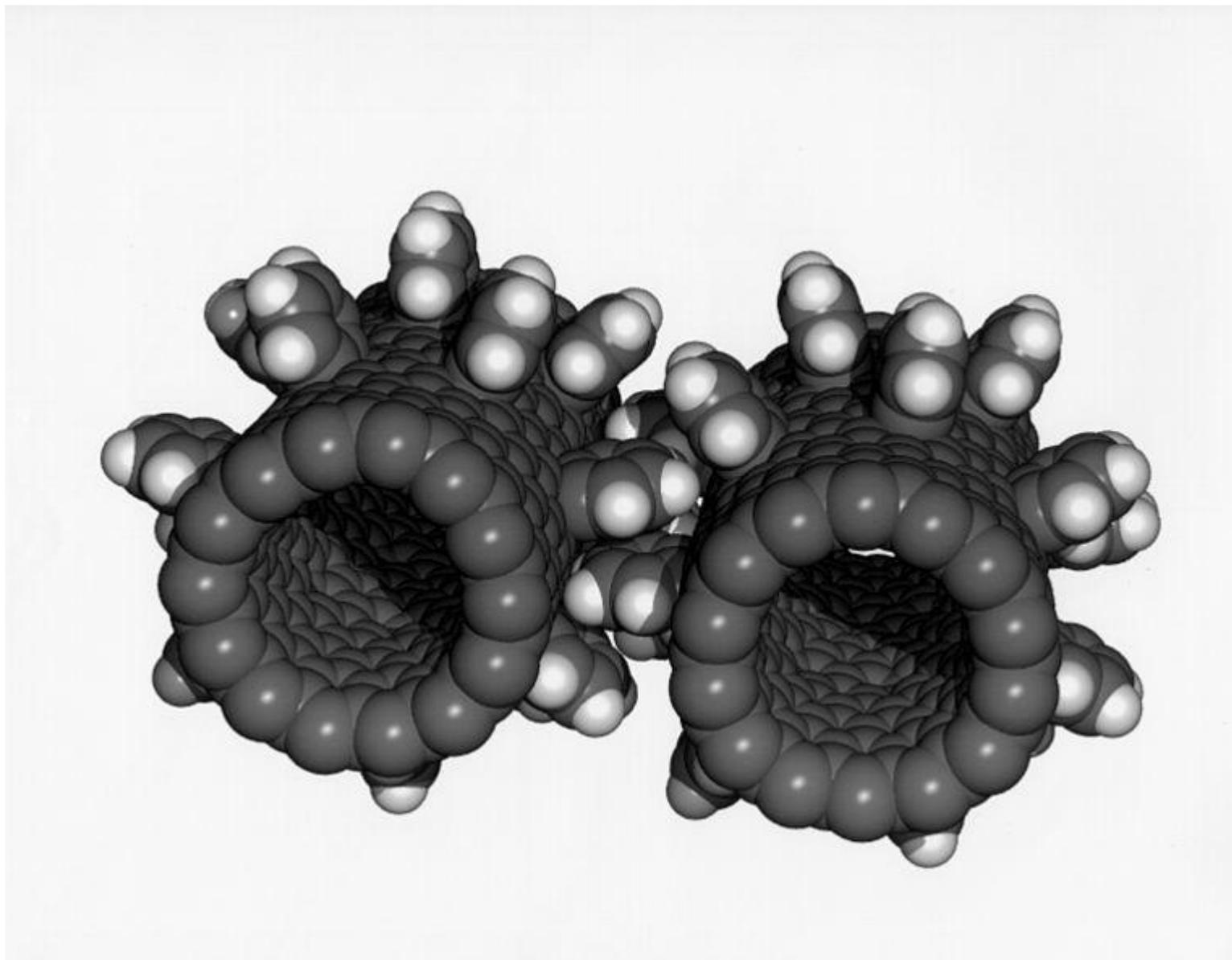
- **Предполагается, что развитие наномедицины позволит вывести на качественно иной уровень хирургию, фармацевтику, диагностику, методы доставки лекарств.**

- **Одно из основных направлений работы – нанокапсулы для адресной доставки лекарств. Такой метод позволяет воздействовать только на пораженные клетки, не повреждая при этом здоровые.**

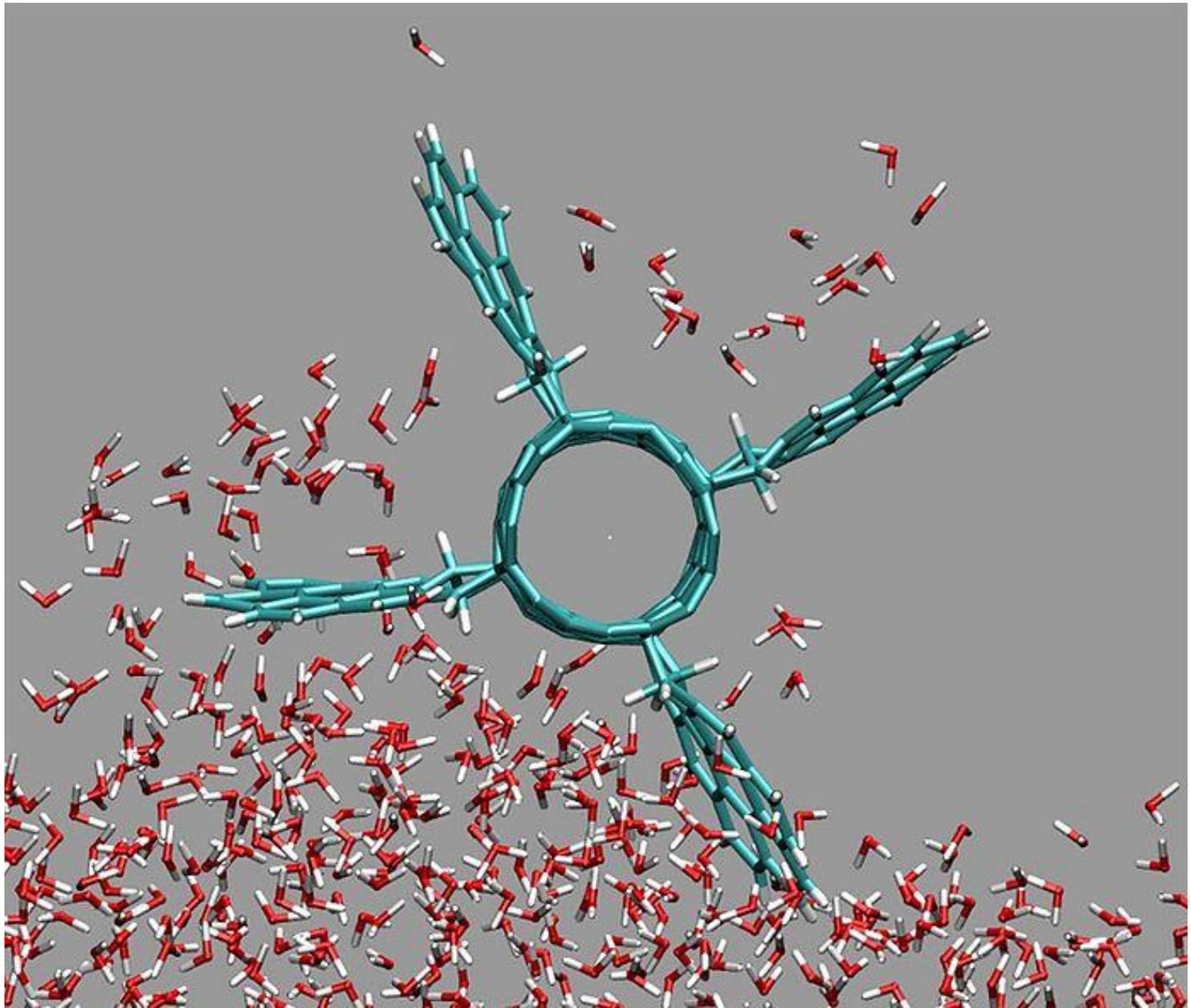
- Эта идея была **сформулирована** еще в начале XX столетия немецким врачом **Паулем Эрлихом** и названа им **«волшебной пулей»** – но лишь нанотехнологии (например, помещение действующего вещества в капсулу из липосом) позволили добиться ее реализации.

- **Препараты такого типа (липосомальные) для лечения некоторых форм рака и грибковых инфекций, гепатопротекторы и даже противогриппозные вакцины выпускаются серийно уже с середины 1990-х годов.**

- **Нанороботы, или наноботы — роботы, размером сопоставимые с молекулой (менее 10 нм), обладающие функциями движения, обработки и передачи информации, исполнения программ.**



- **Нанороботы находятся в научно-исследовательской стадии создания.**
- **В 2010 году были впервые продемонстрированы нанороботы на основе ДНК, способные перемещаться в пространстве**

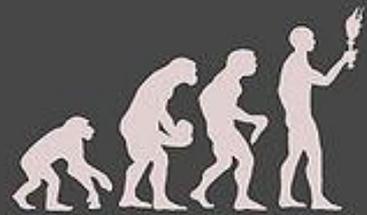


- **Предполагается, что развитие теории и практики конструирования и применения нанороботов позволит создать новое – *молекулярное* -- производство, совершить скачок в области биотехнологий. Что приведёт к новой технологической и научно-информационной революции.**

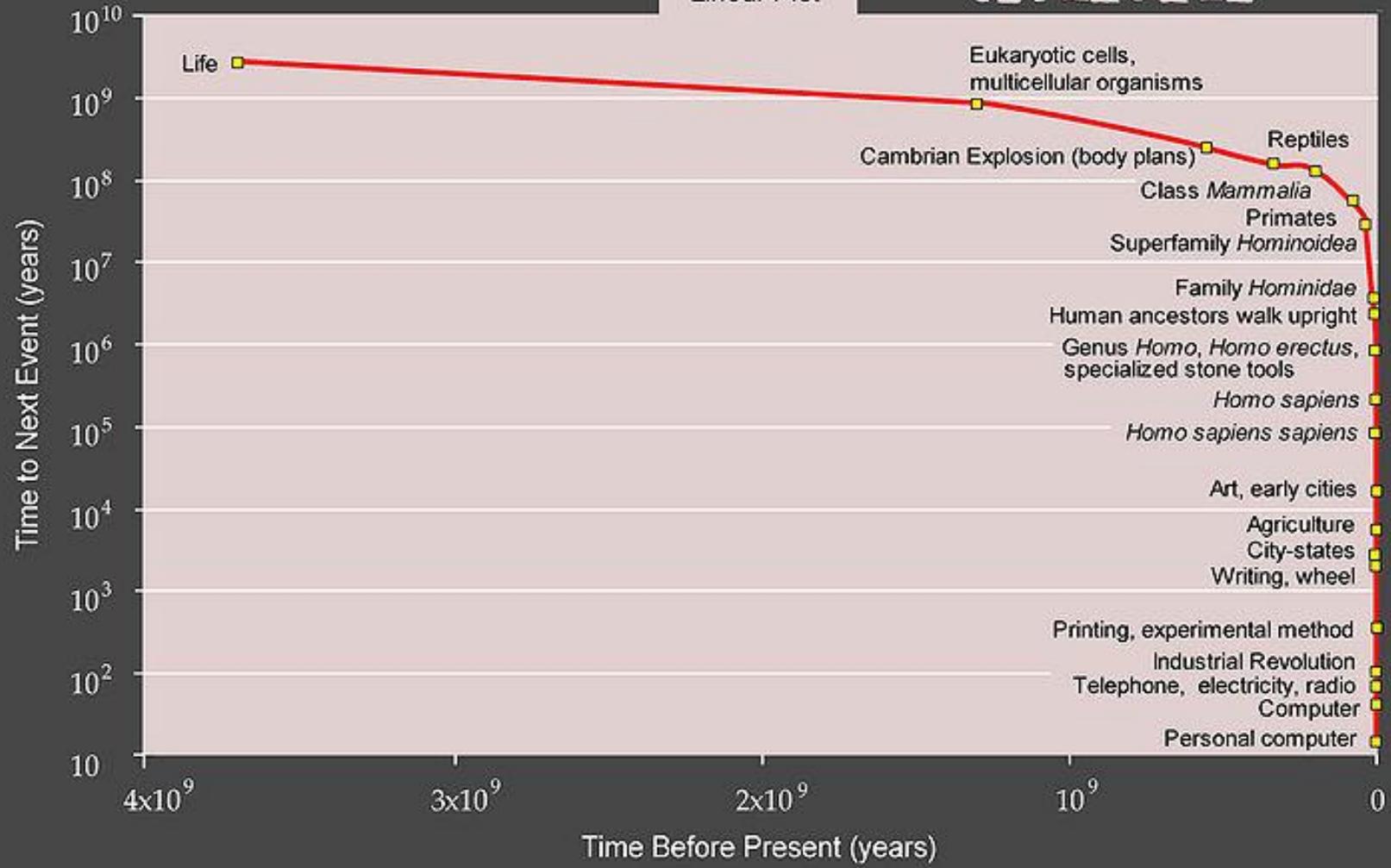
- **Технологическая сингулярность — гипотетический момент, по прошествии которого, по мнению сторонников данной концепции, технический прогресс станет настолько быстрым и сложным, что окажется недоступным пониманию.**

- Футурологи предрекают наступление сингулярности после создания искусственного интеллекта и самовоспроизводящихся машин, интеграции человека с вычислительными машинами, либо значительного скачкообразного увеличения возможностей человеческого мозга за счёт биотехнологий.

Countdown to Singularity



Linear Plot



5. Возможные риски при создании нанотехнологии

- **Нанотехнологии открывают путь в иной мир, с новым качеством жизни для человека.**
- Однако, как и всякий путь в новое, он может оказаться опасным.

- **В нанотехнологиях мы имеем дело с высокодисперсным материалом. Из опыта повседневной химии хорошо известно, что такой материал может быть опасен.**
- **Существует термин «цинковая лихорадка» – так называют заболевание, встречающееся среди работников типографий.**

- **С негативным воздействием высокодисперсных материалов люди сталкивались задолго до того, как впервые услышали про нанотехнологии.**
- **Пыль, находящаяся длительное время в дыхательной системе, представляет опасность для лёгких.**

- **Риски выхода нанотехнологии из-под контроля («серая слизь» Декслера) пока что остаются в области фантастики.**