



# Нанороботы в биомедицине

# Содержание

Введение

История создания  
нанороботов

Состав нанороботов

Возможности нанороботов

Использование  
нанороботов в  
биомедицине

Заключение

# Введение

- ▶ **Нанотехнологии** – это технологии работы с веществом на уровне отдельных атомов. Переход от манипуляции с веществом к манипуляции отдельными атомами – это качественный скачок, обеспечивающий беспрецедентную точность и эффективность.
- ▶ Однако на первое место сейчас вышел вопрос применения нанороботов в медицине. При обычном введении лекарства лишь одна молекула из ста тысяч достигает цели, в то время как наноустройство в белковой оболочке увеличивает эффективность на два порядка, в перспективе не будет опознаваться фагоцитами как «чужой» и после выполнения функции распадается на безвредные компоненты.

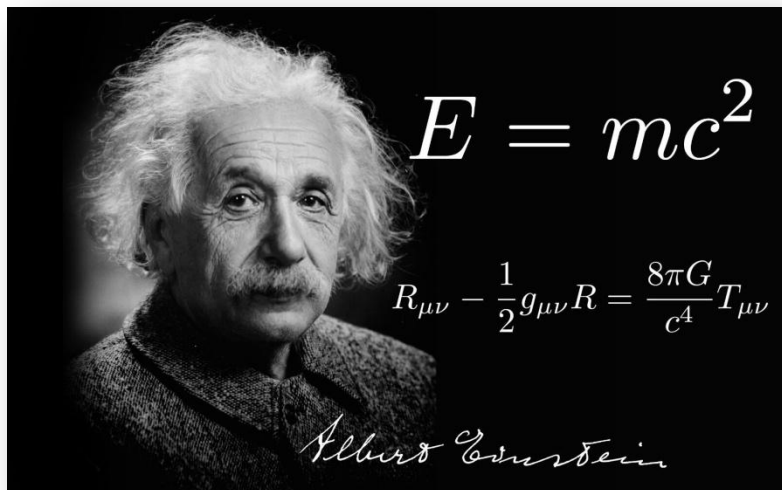


# История создания нанороботов

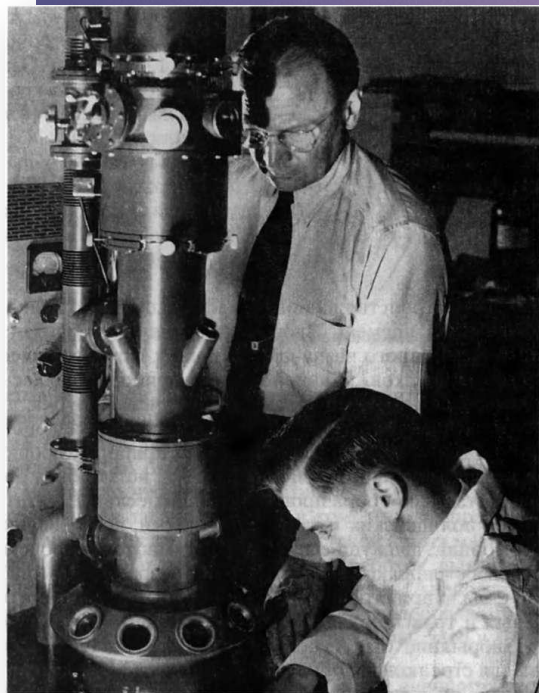
νάνος

Один нанометр (от греческого «нано» – карлик) равен одной миллиардной части метра. На этом расстоянии можно вплотную расположить примерно 10 атомов.

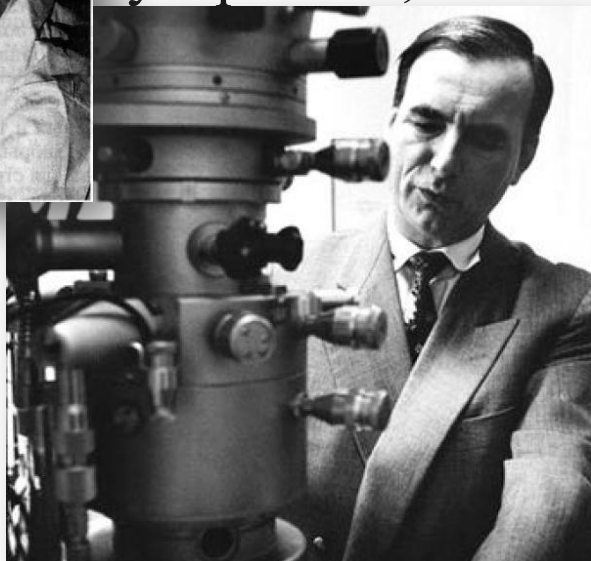
Альберт Эйнштейн, в 1905 г. теоретически доказал, что размер молекулы сахара равен одному нанометру.



# История создания нанороботов



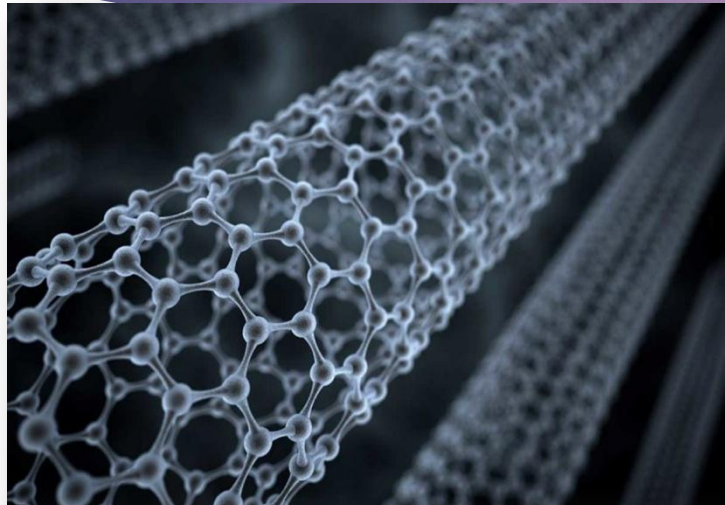
Через 26 лет немецкие физики Эрнст Руска и Макс Кнолл создали электронный микроскоп, обеспечивающий 15-кратное увеличение, он и стал прообразом нового поколения подобных устройств, позволивших заглянуть в наномир.



В 1939 г. компания Siemens, в которой работал Руска, выпустила первый коммерческий электронный микроскоп с разрешающей способностью 10 нм.

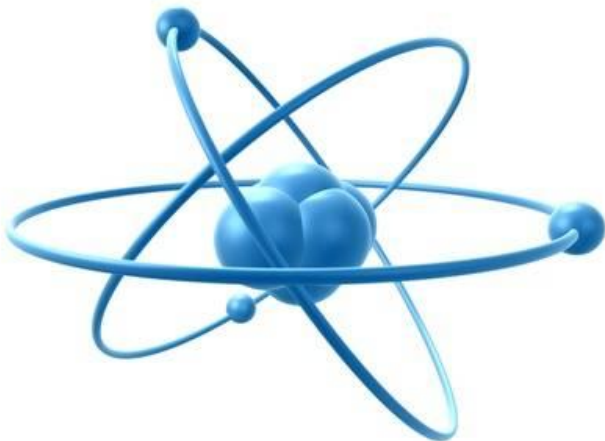


# История создания нанороботов

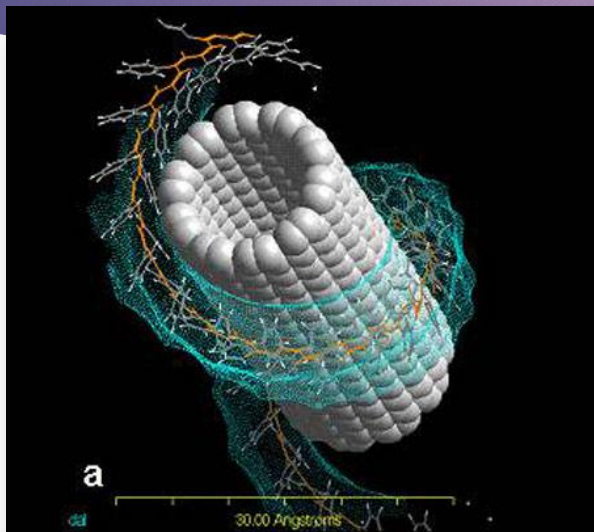


1998 г. Сиз Деккер создал транзистор на основе нанотрубок, используя их в качестве молекул. Для этого ему пришлось первым в мире измерить электрическую проводимость такой молекулы.

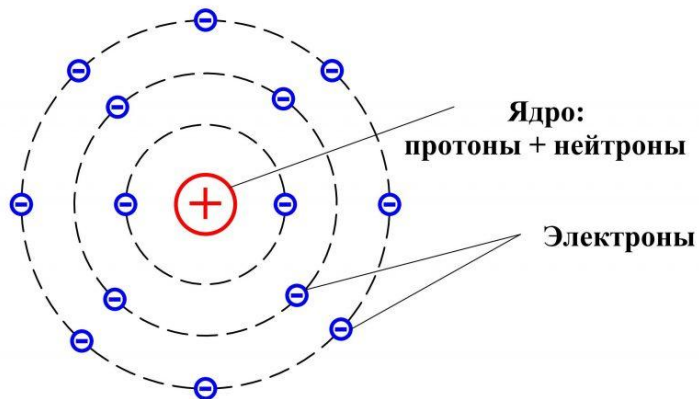
2000 г. Немецкий физик Франц Гиссибл разглядел в кремнии субатомные частицы. Его коллега Роберт Магерле предложил технологию нанотомографии – создания трехмерной картины внутреннего строения вещества с разрешением 100 нм.



# История создания нанороботов



Планетарная модель атома

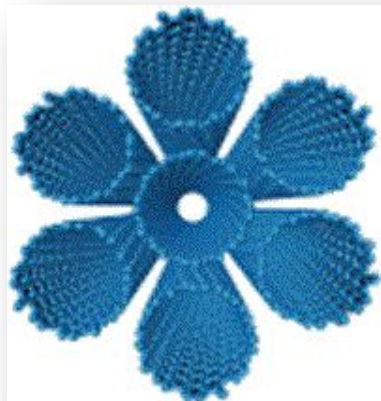


2002 г. Сиз Деккер соединил углеродную трубку с ДНК, получив единый наномеханизм.

2003 г. Профессор Фенг Лью из университета Юты, используя наработки Франца Гиссибла, с помощью атомного микроскопа построил образы орбит электронов путем анализа их возмущения при движении вокруг ядра.

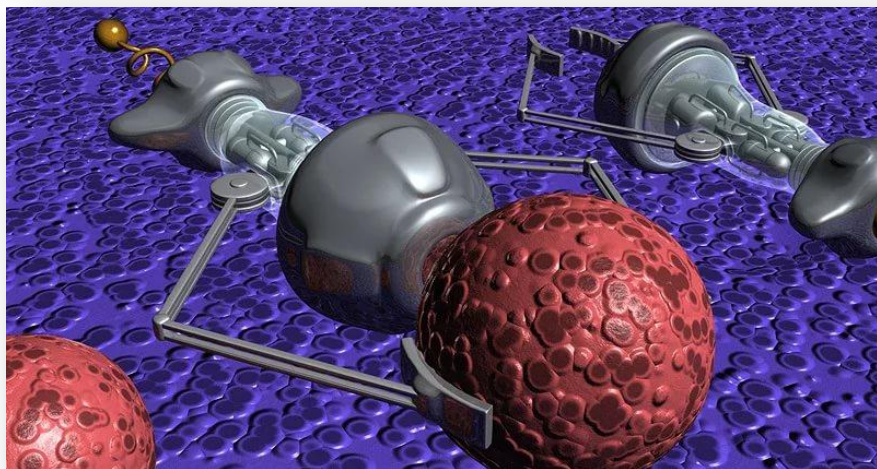


# История создания нанороботов



**National  
Nanotechnology  
Initiative**

2004 Администрация США поддержала “Национальную наномедицинскую инициативу” как часть National Nanotechnology Initiative.

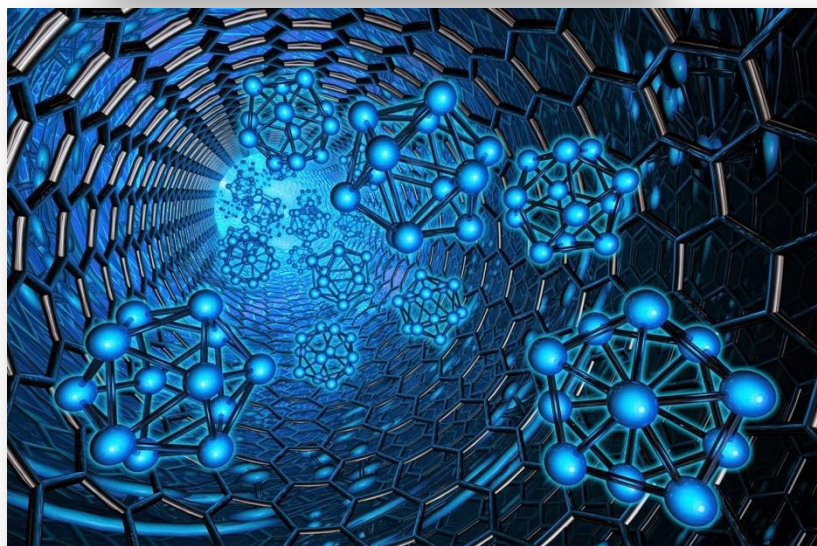


Летом 2016 года учёным из Дрексельского университета удалось создать нанороботов для скорейшей доставки лекарств по венам.





# Состав нанороботов



«Сотрудничество по разработке нанофабрик», деятельность которого сосредоточена на разработке практической программы исследований, которая направлена на создание контролируемой алмазной механосинтетической нанофабрики, которая будет способна к производству медицинских нанороботов на основе алмазных соединений.



# Состав нанороботов

Разрабатываются технологии зондирования, управления силовыми связями между молекулами и навигации. Создаются проекты и прототипы инструментария для манипуляций, молекулярного двигателя и «бортового компьютера». Молекулярные двигатели — наноразмерные машины, способные осуществлять вращение при приложении к ним энергии. Для подачи энергии используются химический, световой метод, а также метод туннелирования электронов.



# Состав нанороботов

► **Способы создания:**

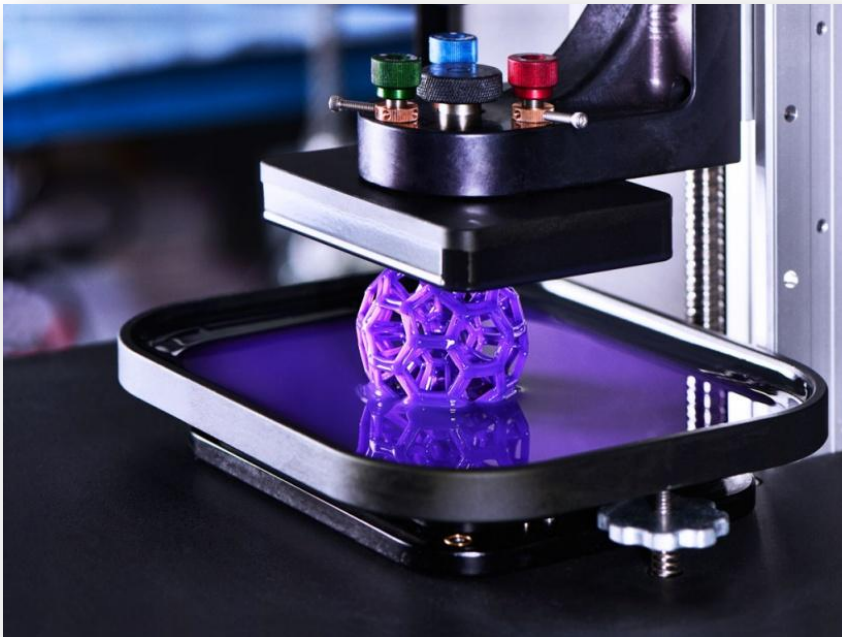
1. 3D печать
2. 3D печать и Лазерная гравировка
3. Двухфотонная литография



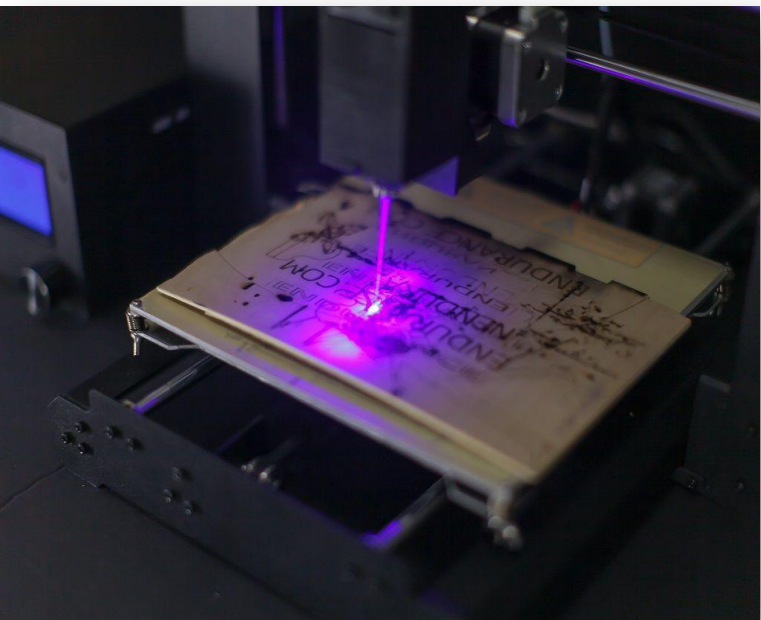
# Состав нанороботов

## 3D печать

3D печать это метод послойного создания физического объекта по цифровой 3D-модели. 3D печать в наномасштабе по сути является тем же самым, но в намного меньшем масштабе. Для того чтобы напечатать структуру в масштабе 5-400 микрометров, точность сегодняшних 3D принтеров должна быть значительно улучшена.



# Состав нанороботов



## **3D печать и Лазерная гравировка**

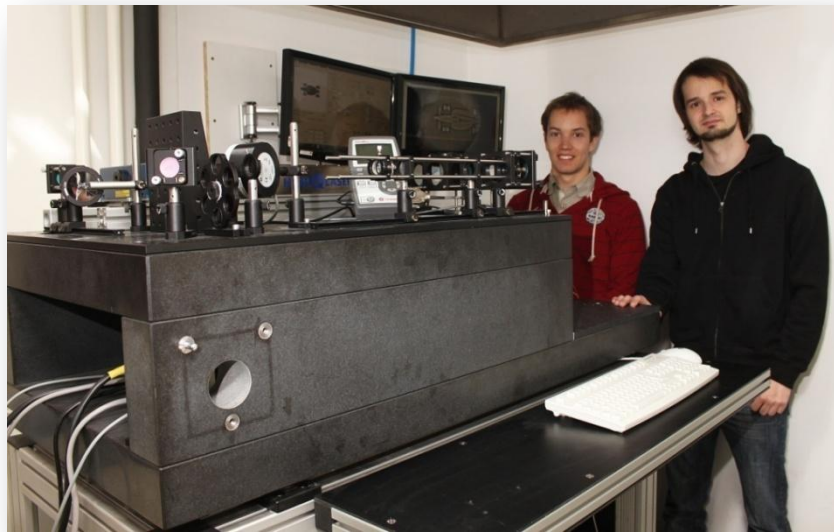
Методика впервые разработанная в Сеуле, Южная Корея использует двухэтапный процесс 3D печати, с использованием 3D печати и лазерной гравировки пластин. Для того, чтобы быть более точным на наноуровне, процесс 3D печати использует машину лазерной гравировки. Эта методика имеет много преимуществ. Во-первых, это повышает общую точность процесса печати. Во-вторых, методика позволяет потенциально создавать сегменты наноробота.



# Состав нанороботов

## Двухфотонная литография

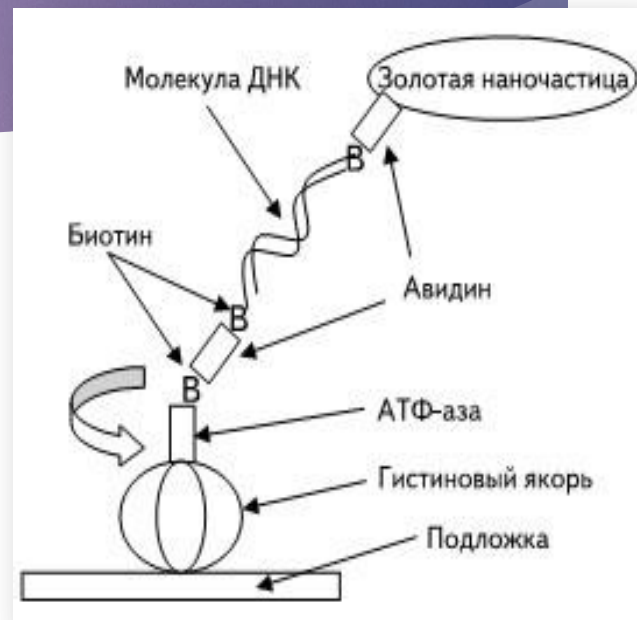
3D-принтер использует жидкую смолу, которая затвердевает в точно правильных местах с помощью сфокусированного лазерного луча. Фокальная точка лазерного луча направляется через смолу с помощью подвижных зеркал и оставляет линию твердого полимера всего несколько сотен нанометров в ширину. Это разрешение позволяет создавать скульптуры размером с песчинку. Эта методика достаточно быстрая по меркам нано 3D печати.



# Состав нанороботов

## Молекулярный мотор на основе АТФ-азы.

АТФ-аза представляет собой широко распространенный фермент, который можно найти в мембранах клеток позвоночных. За счет энергии гидролиза АТФ до АДФ он осуществляет молекулярный транспорт через мембрану ионов. В ходе предварительных исследований было установлено, что в процессе гидролиза молекулы АТФ одна часть фермента осуществляет вращательное движение относительно другой части, что позволяет строить на основе этих ферментов разнообразные нанодинамические системы.



# Состав нанороботов

## Принцип действия нанодинамической системы с питанием от квантовой точки.



Под воздействием внешнего излучения происходит возбуждение квантовой точки и перевод ее электронов на более высокие уровни. Обычно после этого электроны возвращаются на более низкие энергетические уровни с излучением кванта, однако в этой конструкции возбужденные электроны подхватываются передаточным звеном и могут быть в дальнейшем использованы для перераспределения электронной плотности в наноманипуляторе и как следствие — изменения его молекулярной конфигурации.



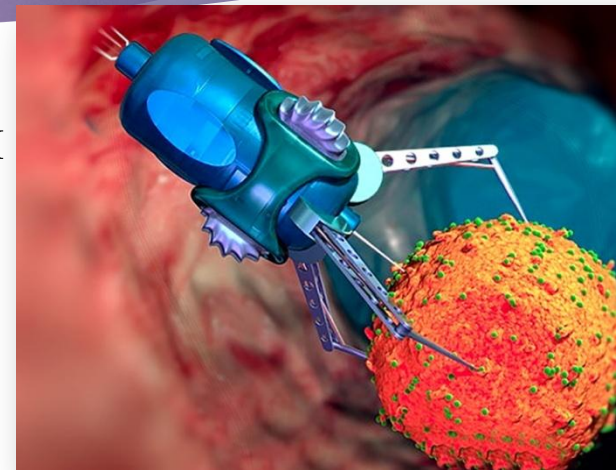


# Возможности нанороботов

## В медицине

Наносенсоры обеспечат прогресс в ранней диагностике заболеваний. Это увеличит шансы на выздоровление. Старые лекарства уничтожали не только больные клетки, но и здоровые. С помощью нанотехнологий лекарство будет доставляться непосредственно в больную клетку.

В начале 2000-го года, благодаря быстрому прогрессу в технологии изготовления частиц наноразмеров, был дан толчок к развитию новой области нанотехнологии – **наноплазмонике**. Оказалось возможным передавать электромагнитное излучение вдоль цепочки металлических наночастиц с помощью возбуждения плазмонных колебаний.



# Возможности нанороботов

## В строительстве



Нанодатчики строительных конструкций будут следить за их прочностью, обнаруживать любые угрозы целостности. Объекты, построенные с использованием нанотехнологий, смогут прослужить в пять раз дольше, чем современные сооружения. Дома будут подстраиваться под потребности жильцов, обеспечивая им прохладу летом и сохраняя тепло зимой.



# Возможности нанороботов

## В энергетике

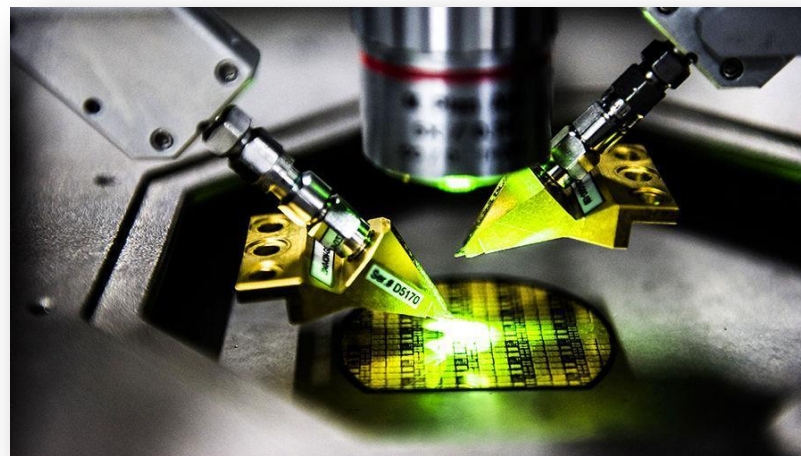
Мы меньше будем зависеть от нефти и газа. У современных солнечных батарей КПД около 20%. С применением нанотехнологий он может вырасти в 2-3 раза. Тонкие нанопленки на крыше и стенах смогут обеспечить энергией весь дом .



# Возможности нанороботов

## В машиностроении

Всю громоздкую технику заменят роботы – легко управляемые устройства. Они смогут создавать любые механизмы на уровне атомов и молекул. Для производства машин будут использоваться новые наноматериалы, которые способны снижать трение, защищать детали от повреждений, экономить энергию.



# Возможности нанороботов

- ▶ ДНК-компьютер – вычислительная система, использующая вычислительные возможности молекул ДНК. Биомолекулярные вычисления – это собирательное название для различных техник, так или иначе связанных с ДНК или РНК. При ДНК-вычислениях данные представляются не в форме нулей и единиц, а в виде молекулярной структуры, построенной на основе спирали ДНК.
- ▶ Атомно-силовой микроскоп – сканирующий зондовый микроскоп высокого разрешения, основанный на взаимодействии иглы кантилевера (зонда) с поверхностью исследуемого образца. В отличие от сканирующего туннельного микроскопа (СТМ), может исследовать как проводящие, так и непроводящие поверхности даже через слой жидкости, что позволяет работать с органическими молекулами (ДНК).
- ▶ Антенна-осциллятор – устройство, которое насчитывает 5000 миллионов атомов и способно осциллировать с частотой 1,49 ГГц, что позволяет передавать с ее помощью огромные объемы информации.



# Использование нанороботов в биомедицине

В этой области применения нанотехнологий можно выделить следующие задачи: оперативной оценки, долговременной и холтеровской диагностики состояния организма, коррекции функциональных состояний и расширения спектра возможностей организма в целом. Ориентация движения нанороботов может происходить по электрохимическому или температурному градиенту.

Движение наноробота может также осуществляться пассивно с потоком крови. Оболочки разрабатываемых для этих целей нанороботов должны состоять из нанокompозитых углерода и металлов, что делает поверхность химически инертной, а по прочности приближает ее к алмазу. На поверхности наноробота формируется искусственный гликокаликс, маскирующий устройство от распознавания иммунной системой.

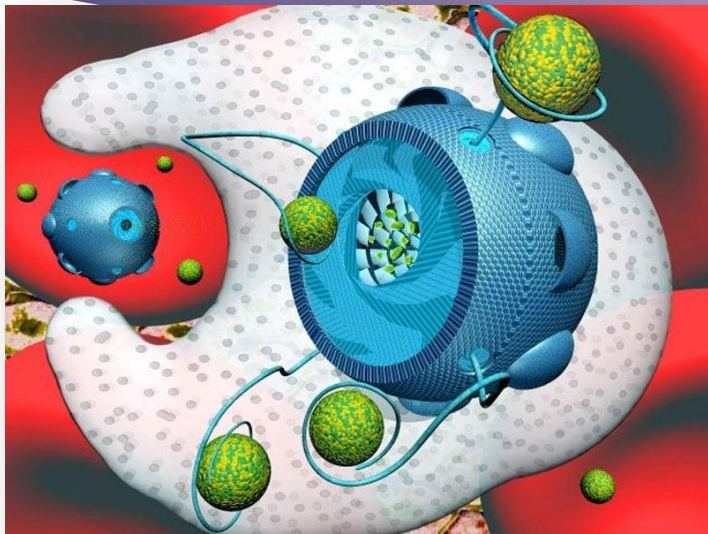


# Использование нанороботов в биомедицине

Для активной доставки лекарственных препаратов к тканям-мишеням необходимо маркирование поверхности наночастиц антителами или иными распознающими элементами, которые обеспечивают высокоизбирательное связывание наночастиц с антигенами, экспрессирующимися на поверхности поврежденных клеток. Среди различных наночастиц, в качестве переносчиков лекарственных препаратов, в настоящее время наиболее активно изучаются липосомы, фосфолипидные и полимерные мицеллы, наноэмульсии, полимерные биodeградируемые наночастицы и дендримеры .

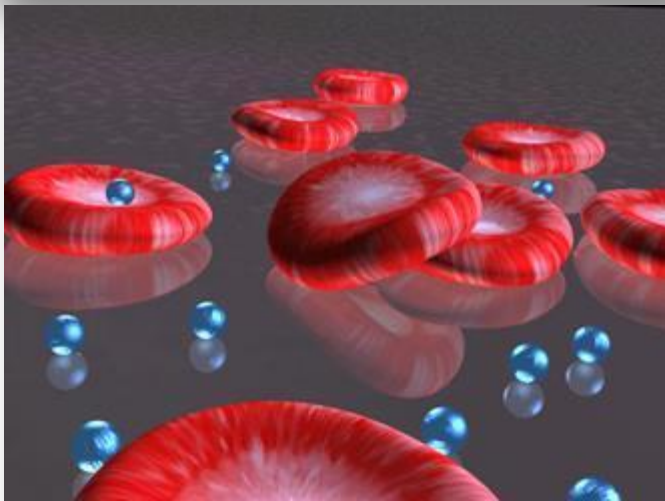


# Использование нанороботов в биомедицине



Искусственный фагоцит (Freitas, 2005), этот наноробот циркулируя в кровотоке, может осуществлять фагоцитоз патогенных вирусов, бактерий и грибов.

Респироцит представляет собой сферическое устройство из алмазоподобного материала, имеющего 1 мкм в диаметре и выдерживающего давление в 1000 атмосфер. Способность этого наноробота к переносу кислорода в 256 раз превышает аналогичную способность эритроцита.





# Использование нанороботов в биомедицине

Хорошая биосовместимость нанотрубок и их электропроводность делают возможным использование этого класса наноматериалов в качестве матриц для индукции роста нейрональных сетей.

Функционализированные нанотрубки создают хорошую основу для прикрепления конусов роста удлиняющихся аксонов .

Структура поверхности нанотрубок оказывает влияние на интенсивность роста аксонов и степень их ветвления. Показано, что скорость роста аксонов и длина их отростков были максимальными при использовании в качестве подложки положительно заряженной поверхности покрытых полиэтиленмином нанотрубок.



# Заключение

Нанотехнологии - ключевое понятие начала XXI века, символ новой, третьей, научно-технической революции. Это "самые высокие" технологии, на развитие которых ведущие экономические державы тратят сегодня миллиарды долларов. По прогнозам ученых нанотехнологии в XXI веке произведут такую же революцию в манипулировании материей, какую в XX веке произвели компьютеры в манипулировании информацией. Их развитие открывает большие перспективы при разработке новых материалов, созданных напрямую из заданных атомов и молекул, совершенствовании связи, развитии биотехнологии, а также новые открытия в химии и физике.

