

Организационные требования при освоении курса

Наличие программы курса. Программа курса размещена на сайте философского факультета WWW.PHILOS.MSU.RU в разделе Учебный отдел/Методическое обеспечение учебных курсов/каф. Философии и методологии науки.

2. Наличие конспектов лекций по курсу в отдельной тетради.
3. Выполнение текущих работ по темам курса на лекциях.
4. Сдача зачета по итогам компьютерного тестирования (выборка из 50 вопросов (открытые и закрытые вопросы) по всем темам курса).





Ценностные регулятивы развития современного естествознания

Вопросы:

1. Понятия «НАНОНАУКА» и «НАНОТЕХНОЛОГИЯ»
2. Сферы применения нанотехнологий

Наноразмеры

«нано»
означает
изменение
масштаба
в 10^{-9}

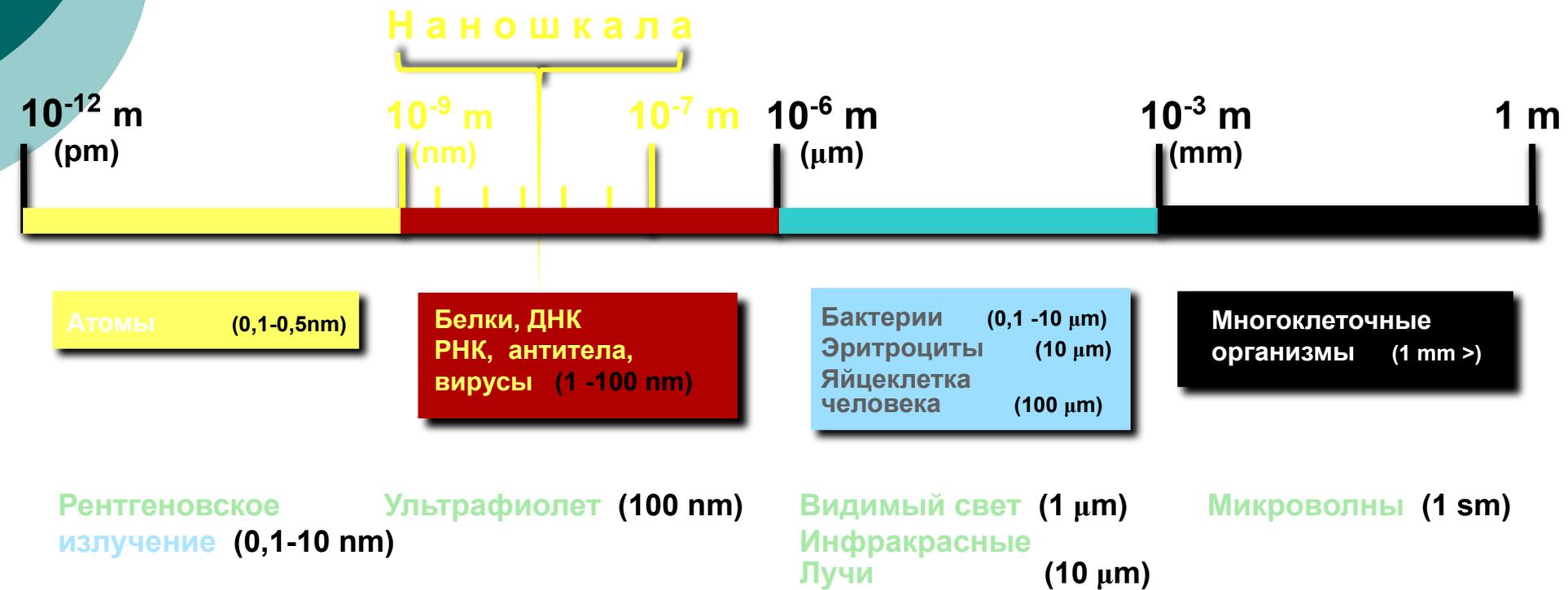
$$1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$$

| | | | | |
|---------------------|---------|--------------|---|---|
| Увеличение размеров | 10 м | | Кит |  |
| | 1 м | | Человек |  |
| | 10 см | 10^{-1} м | Птичье гнездо |  |
| | 1 см | 10^{-2} м | Таракан |  |
| | 1 мм | 10^{-3} м | Муравей; песчинка |  |
| | 100 мкм | 10^{-4} м | Толщина листа бумаги; яйцеклетка; крупная амеба |  |
| | 10 мкм | 10^{-5} м | Биоклетка; толщина человеческого волоса | |
| | 1 мкм | 10^{-6} м | Эритроцит крови; кишечная палочка | |
| | 100 нм | 10^{-7} м | Минимальный размер элементов БИС | |
| | 10 нм | 10^{-8} м | Вирус; углеродная нанотрубка | |
| Уменьшение размеров | 1 нм | 10^{-9} м | Белковая молекула; диаметр спирали ДНК |  |
| | 1 Å | 10^{-10} м | Диаметр атома водорода | |

НАНО
диапазон

Источник: Ежемесячное информационное издание Кэйданрэн (февраль, 2000 г.)

Наноразмеры



Определения

Нанонаука – междисциплинарная наука, относящаяся к фундаментальным физико-химическим исследованиям объектов и процессов с масштабами в несколько нм.

Нанотехнология - совокупность прикладных исследований нанонауки и их практических применений в технологии создания объектов, потребительские свойства которых определяются необходимостью контроля и манипулирования отдельными атомами, молекулами, надмолекулярными образованиями.

Нанотехнология: хронология

Таблица 3

Краткая хронология основных достижений
в рассматриваемой области
(по данным Института «Хитати Сокэн»)

| Год | Существенные достижения в области нанотехнологий |
|------|---|
| 1928 | Предложена принципиальная схема устройства сканирующего оптического микроскопа ближнего поля |
| 1932 | Создание первого просвечивающего электронного микроскопа |
| 1938 | Создание первого сканирующего электронного микроскопа |
| 1959 | Ричард Ф. Фейнман (США) выдвинул идею создания веществ и объектов методом поштучной «атомарной» сборки |
| 1972 | Создано реальное устройство, работающее по принципу микроскопа ближнего поля |
| 1975 | Теоретически рассмотрена возможность существования так называемых квантовых линий и квантовых точек |
| 1981 | Создание сканирующего туннельного микроскопа (СТМ) |
| 1985 | Создание первого полевого транзистора с высокой подвижностью носителей (НЕМТ) Химики синтезировали первые фуллерены |
| 1986 | Эрик К. Дрекслер (США) выдвинул концепцию создания «молекулярных машин» Создание атомно-силового микроскопа (АСМ) |
| 1991 | В Японии началась реализация государственной программы по развитию техники манипулирования атомами и молекулами (проект «Атомная Технология»). Получение первых углеродных нанотрубок |
| 1998 | Изготовлен элемент памяти электронного запоминающего устройства (с объемом памяти 128 мегабит), работающий при комнатной температуре |
| 2000 | США приступили к реализации программы исследований, названной Национальной Нанотехнологической Инициативой (ННИ) |

Перспективы применения нанотехнологии

Нанотехнология самая междисциплинарная отрасль. Она связана с химией, физикой, медициной, физическим материаловедением, электроникой и многими другими дисциплинами.



Рис. 2. Прогноз экономических и социальных последствий внедрения нанотехнологий

Типы наноматериалов

Согласно рекомендациям 7 Международной конференции по нанотехнологиям (Висбаден, 2004 год) выделяют следующие типы наноматериалов:

- Нанопористые структуры
- Наночастицы
- Нанотрубки и нановолокна
- Нанодисперсии (коллоиды)
- Наноструктурированные поверхности и пленки
- Нанокристаллы
- Нанокластеры.

Свойства наноматериалов

Наноматериалы характеризуются несколькими основными свойствами, по сравнению с другими материалами:

- суперминиатюризация;
- большая удельная площадь поверхности, ускоряющая взаимодействие между ними и средой, в которую они помещены;
- нахождение вещества в наноматериала в особом «наноразмерном» состоянии.

Оптические микроскопы

Правило оптической техники (1873 г): минимальные объекты различаемых деталей рассматриваемого объекта не могут быть меньше, чем длина света, используемого для освещения.

Самые короткие длины волн диапазона соответствуют примерно 400 нм, разрешающая способность оптических микроскопов принципиально ограничена половиной этой величины, то есть составляет около 200 нм.



Электронный микроскоп



Просвечивающие электронные микроскопы (ПЭМ): электронный пучок пропускается через тонкие слои исследуемого вещества с толщиной не менее 1 мкм

Электронный микроскоп

Сканирующие
электронные
микроскопы
(СЭМ):
электронный
пучок
последовательно
отражается от
маленьких
участков
поверхности.



Сканирующее электронно-зондовое микроскопы

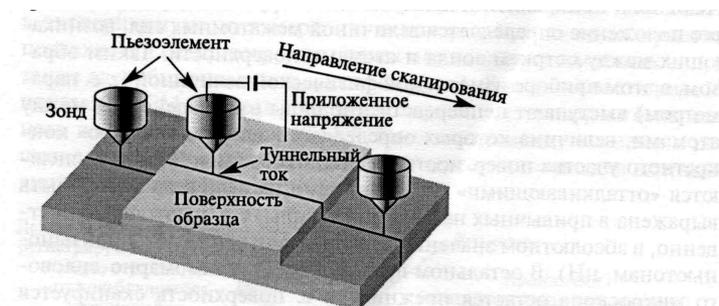
Сканирующее электронно-зондовое микроскопы (СЭЗМ) сканируют поверхность исследуемого образца при помощи зонда или щупа в виде крошечной металлической иголки.



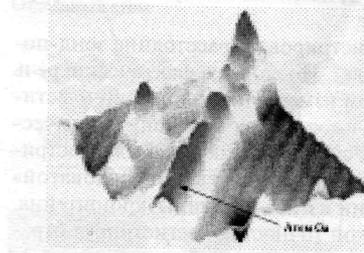
Сканирующее электронно-зондовое (туннельные) микроскопы

Между зондом и поверхностью приложено электрическое напряжение, в результате чего возникает туннельный эффект.

Туннельный эффект – преодоление микрочастицей потенциального барьера в случае, когда ее полная энергия (остающаяся при туннелировании неизменной) меньше высоты барьера.



Колебания пьезоэлемента соответствуют величине туннельного тока



Образец получаемых изображений поверхности кремния, на которую нанесен один «ряд» атомов галлия

Туннельный эффект



Схематическое представление классической и квантовой физической ситуации при возникновении барьера на пути частицы

Атомарно-силовой микроскоп

В этом приборе измеряемой физической величиной выступают непосредственно силы взаимодействия между атомами, величина которых определяется «шероховатостью» конкретного участка поверхности в точке измерения.

АСМ позволяет получать изображения с очень высокой степенью точности (вплоть до 10^{-10} м).

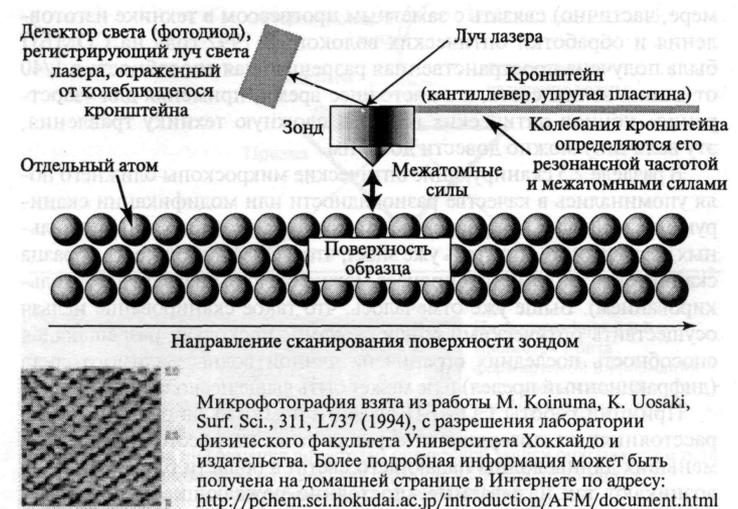
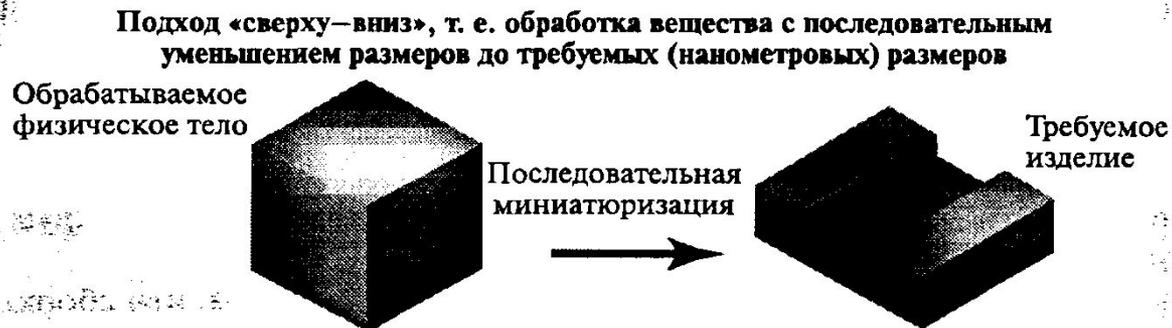


Рис. 10. Принцип работы атомно-силового микроскопа

Два главных принципа технологической обработки

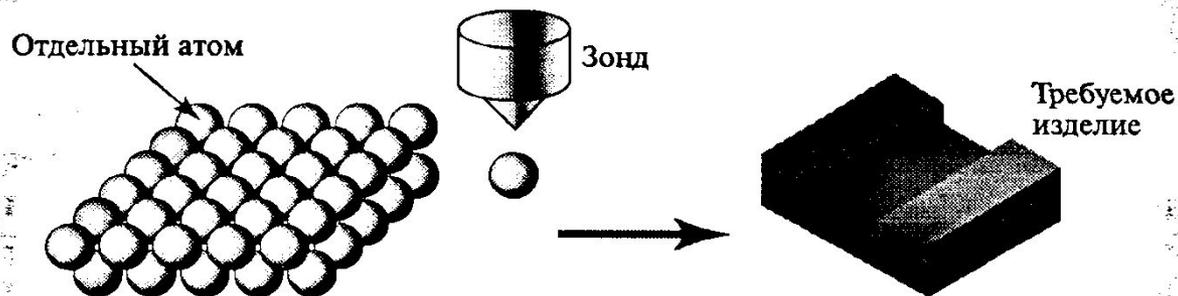
Подход
«сверху-
вниз»



Пример подхода: литография в полупроводниковой технике

Подход «снизу–вверх», т. е. получение нанометровых изделий или материалов методами сборки на атомарном уровне

Подход
«снизу-
вверх»

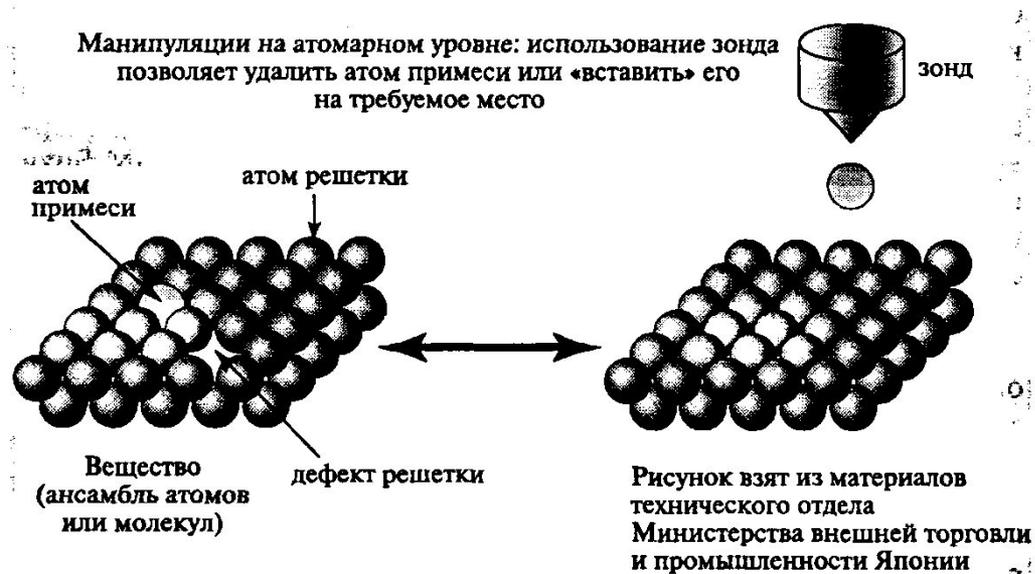


Пример подхода: обработка и самосборка элементов поверхности при помощи сканирующего туннельного микроскопа.

По материалам Института «Хитати Сокэн»

Рис. 4. Два главных нанотехнологических принципа обработки материалов

Пример нанотехнологии «снизу-вверх»



Пример обработки вещества при помощи сканирующего туннельного микроскопа.
На фотографии изображены самые маленькие буквы на свете
(надпись из 35 атомов ксенона образует название фирмы IBM)

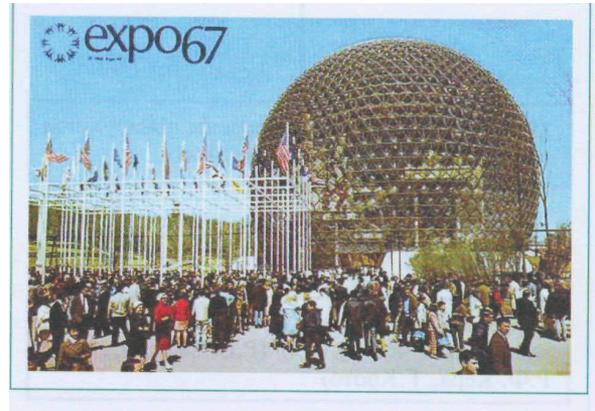
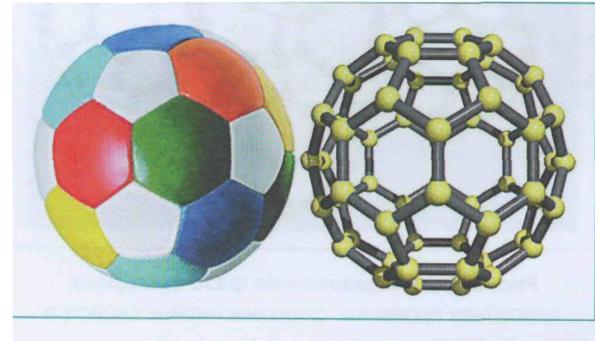


Микрофотография взята из публикации:
D. M. Eigler, E. K. Schweizer. Nature, 344, 524, 1990.

Рис. 1. Манипуляции на уровне атомов

Фуллерены

- В 1985 году были экспериментально при исследовании масс-спектров паров графита обнаружены фуллерены – огромные молекулы углерода в виде замкнутых объемных структур, напоминающих по форме футбольный мяч.
- Термин фуллерен происходит от имени Ричарда Букминстера Фуллера, сконструировавшего оригинальный купол павильона США на выставке Монреале в форме сочлененных пентагонов (пятиугольники) и гексагонов.



Пример нанотехнологии «снизу-вверх»

Углеродные нанотрубки представляют собой крошечные цилиндры или цилиндрические образования с диаметром от 0,5 до 10 нм и длиной примерно в 1 мкм.

Они являются новой формой углерода, открытой в 1991 году.

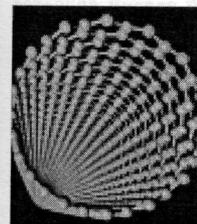
Открытие углеродных нанотрубок профессором Сумио Идзисима — важное событие в истории мировой науки!

Научные задачи

Модификация полупроводников
Получение материалов с высоким магнитным сопротивлением
Возможность адсорбции и удержания водорода
Изменение проводимости металлов
Получение и организация производства полупроводников, водород-удерживающих материалов и т. п. для конкретных изделий (электроника, топливные элементы и т. д.)

Технические проблемы

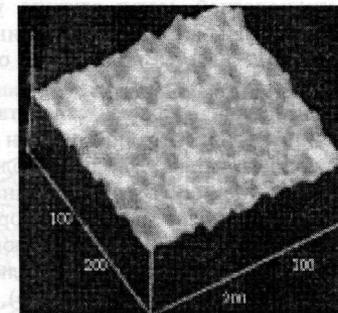
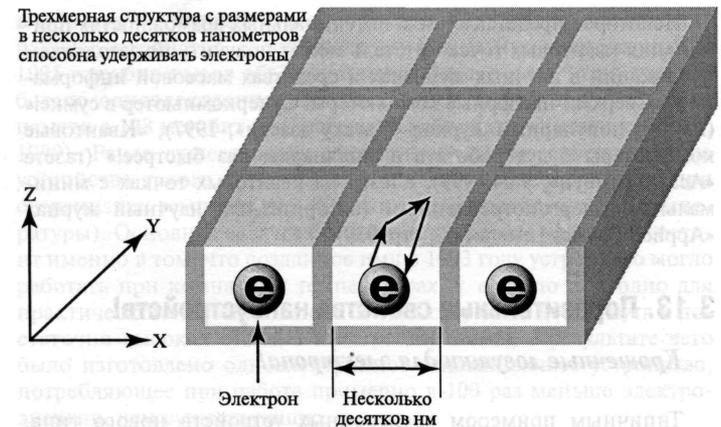
Изготовление однослойных углеродных нанотрубок
Организация крупномасштабного промышленного производства



Модельная структура углеродной нанотрубки
Фотография предоставлена фирмой «Нихон дэнки кабусики кайся»

Квантовая точка

Квантовая точка - искусственно созданная область вещества, в которой можно «хранить» небольшие количества электронов.



Самосборка квантовой точки размером около 10 нм из соединения InAs на поверхности кристалла арсенида галлия (микрофотография получена на атомно-силовом микроскопе):
http://www.kuee.kyotou.ac.jp/~lab05/Quantum_Dots.html

Нанотехнология в биологии и медицине

Причины интереса к применению наносистем в биологии и медицине:

- наносистемы могут перемещаться внутри живых организмов и проникать внутрь клеток;
- наносистемы могут создавать нанокompозиты «наночастица/биологически активная оболочка».

Нанотехнология в медицине

Новые парадигмы в медицине: создание долгосрочных и эффективных систем контроля здоровья, непрерывный контроль за состоянием организма. Реализация идей восстанавливающей медицины. Возникновение медицины «малого» вмешательства.

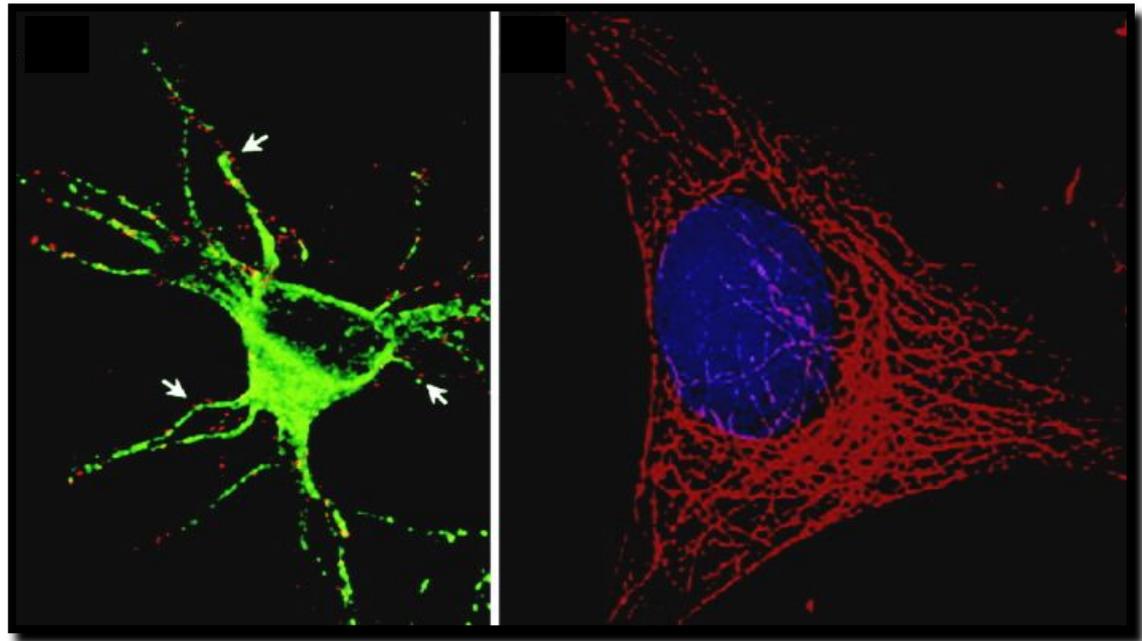
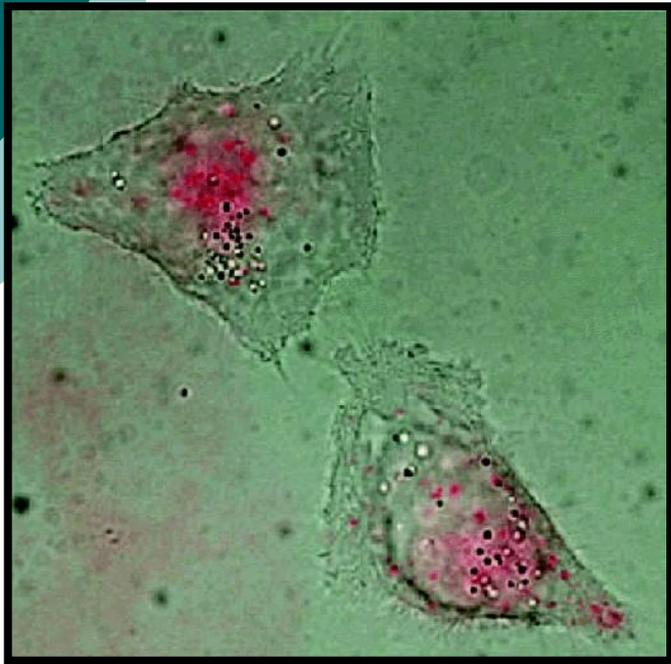
Измерение содержания различных веществ в организме, лечебные операции при необходимости.

Реализация идей «индивидуальной» медицины.

Разработка лекарственных препаратов с новым механизмом действия .

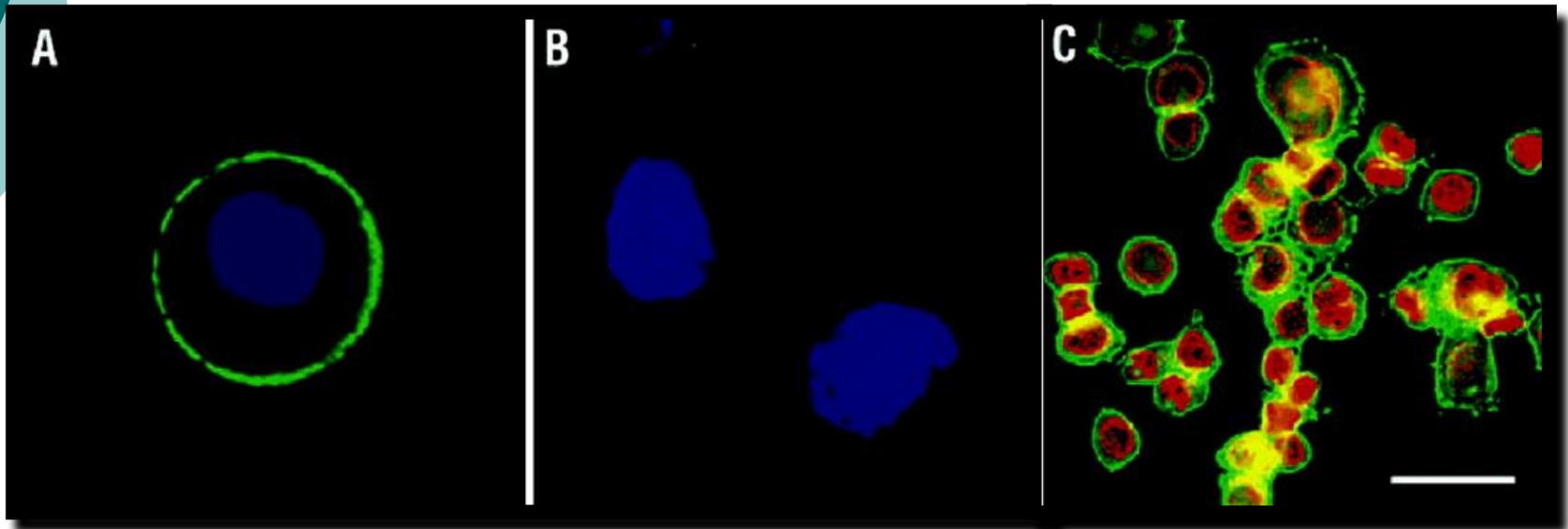
Производство искусственных тканей и органов, не вызывающих реакцию отторжения

Мечение живых клеток и визуализация внутриклеточных структур с помощью квантовых точек

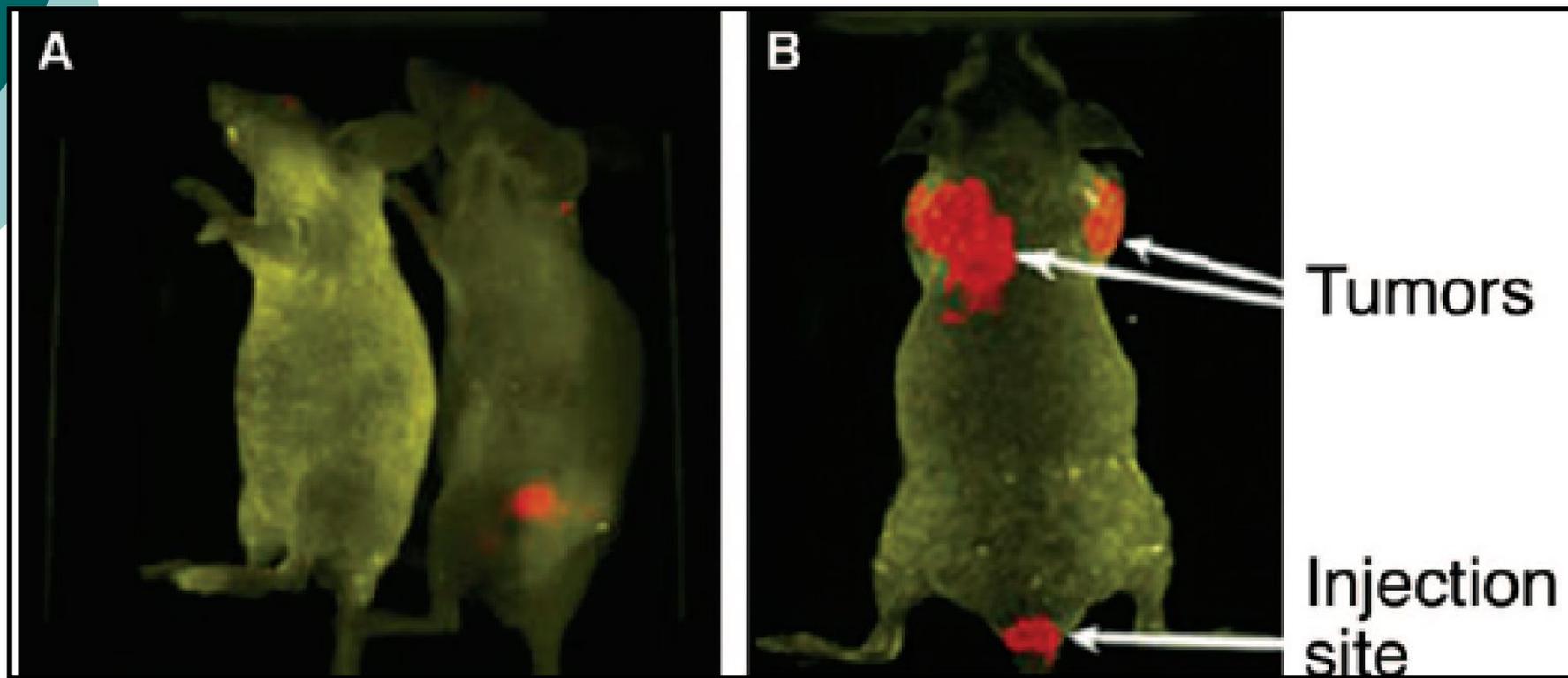


Dahan M et al., Science 302:442–445, 2003

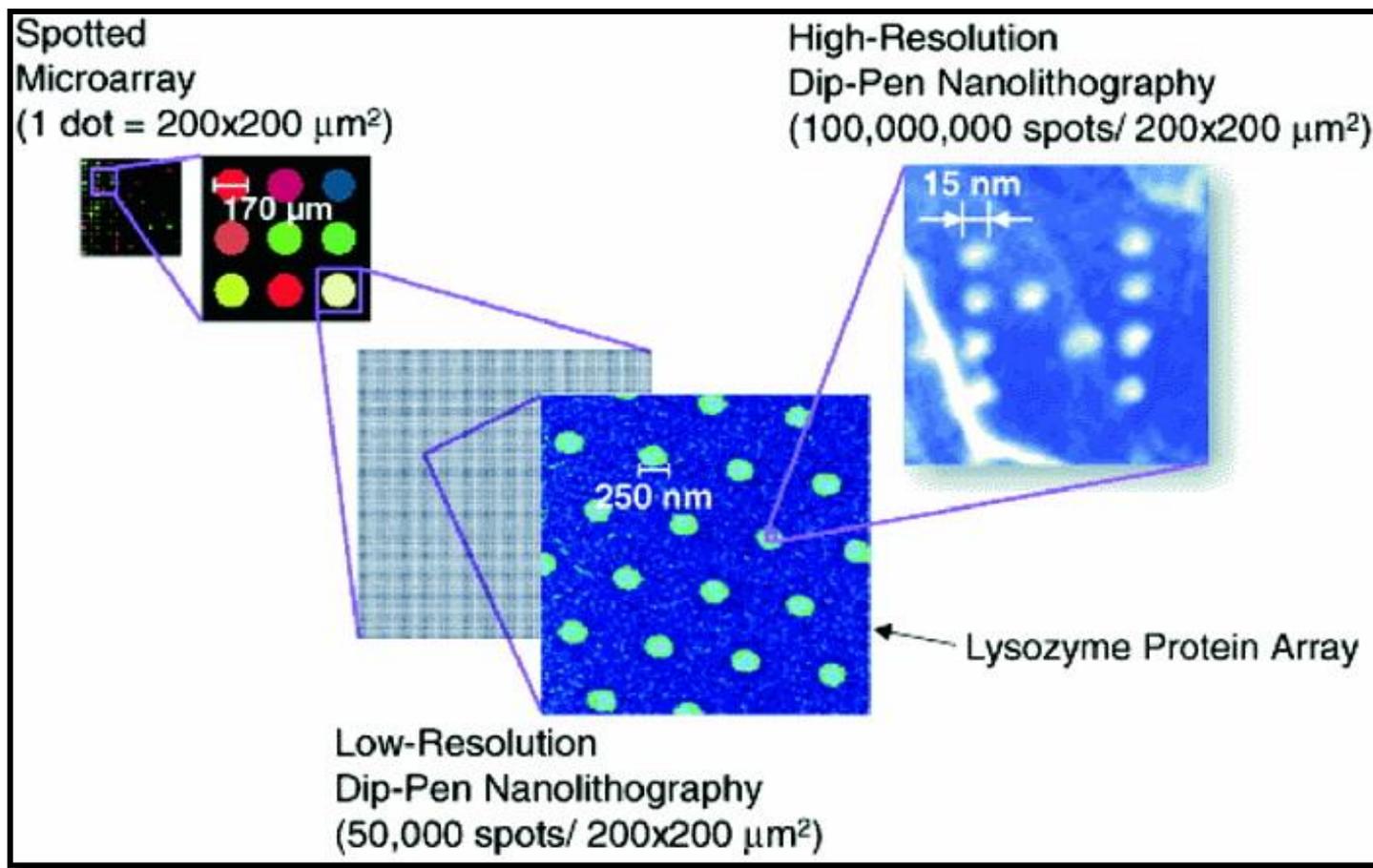
Выявление раковых маркеров на клетках с помощью квантовых точек



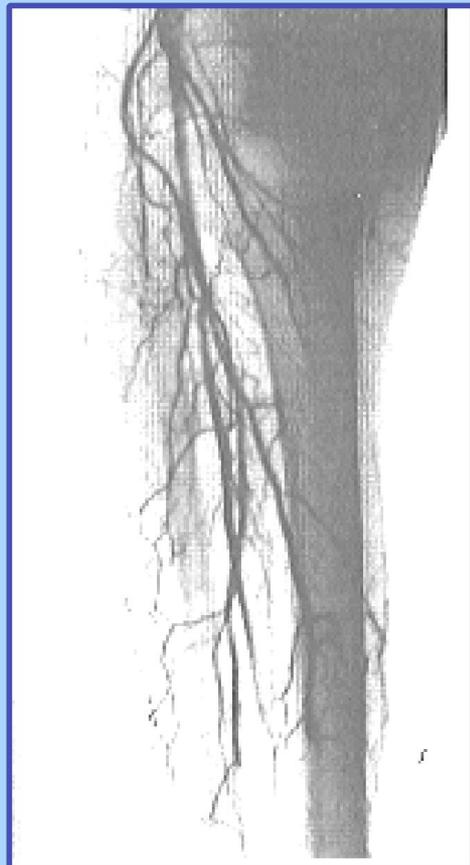
Наночастицы quantum dots для выявления очагов опухолей



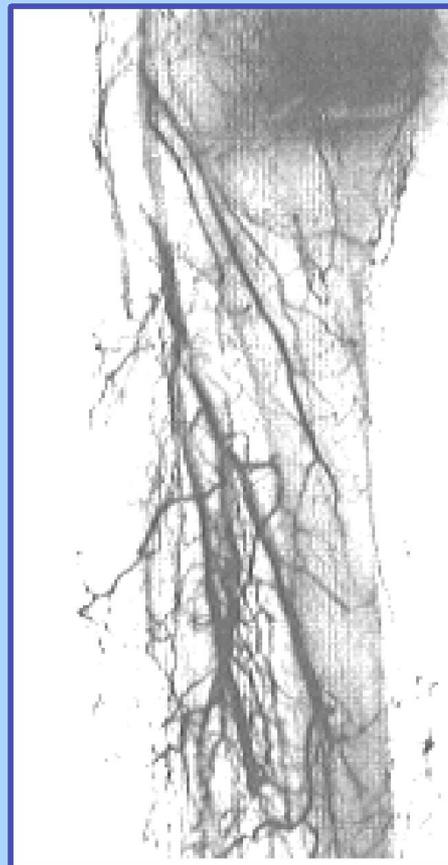
Наночиповая технология позволяет генерировать 100 миллионов точек на той же площади, которую занимает одна точка в микрочипе



Образование новых кровеносных сосудов после инъекции гена $phVEGF_{165}$



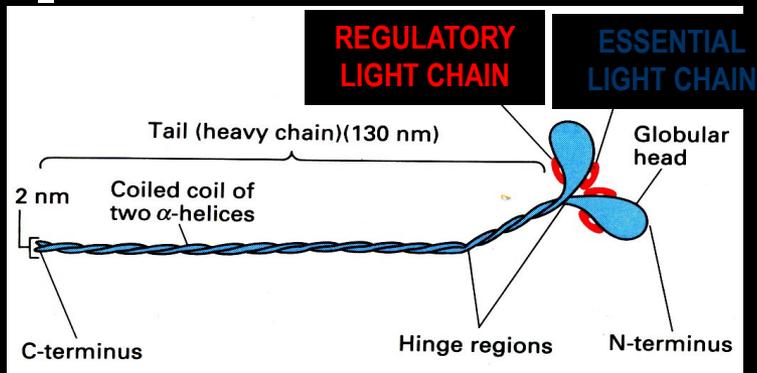
До инъекции



Через 8 недель

Молекулярные моторы – биосовместимые двигатели для нанороботов

актин

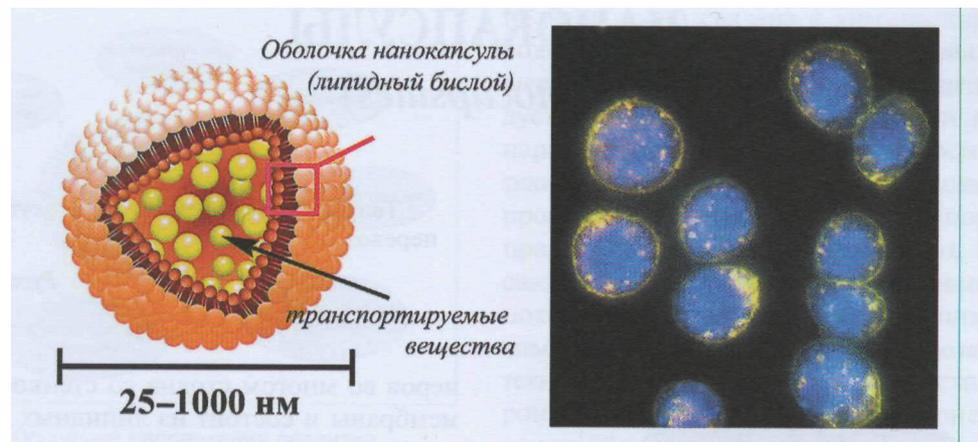


МИОЗИН II

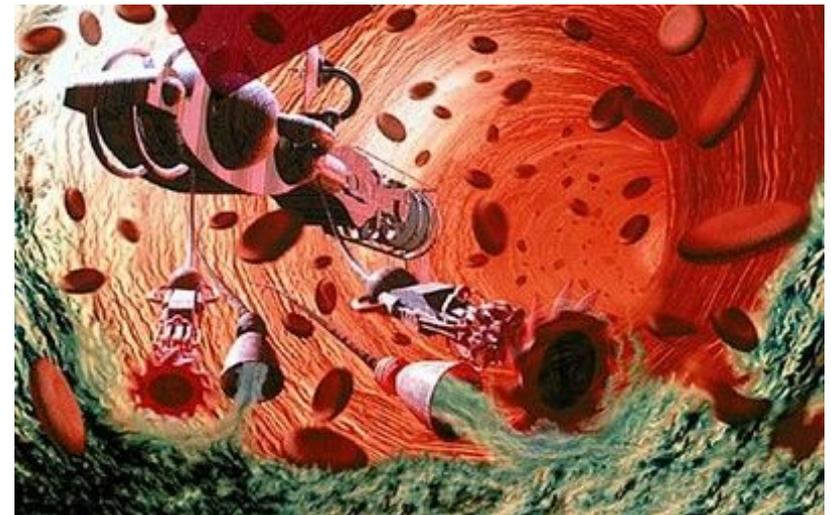
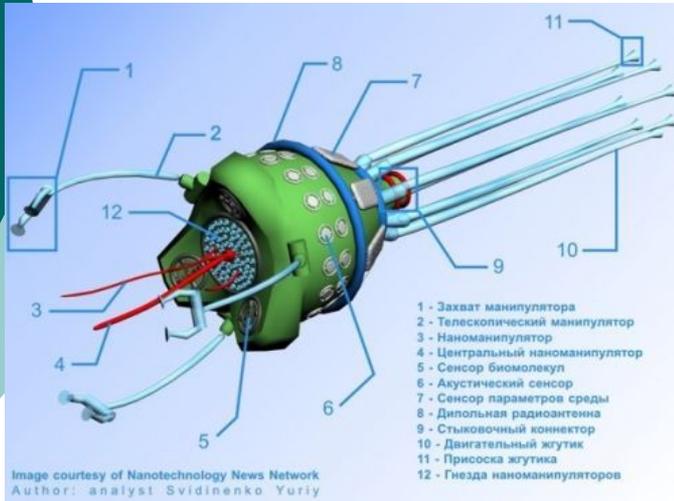


Нанотехнологии в медицине

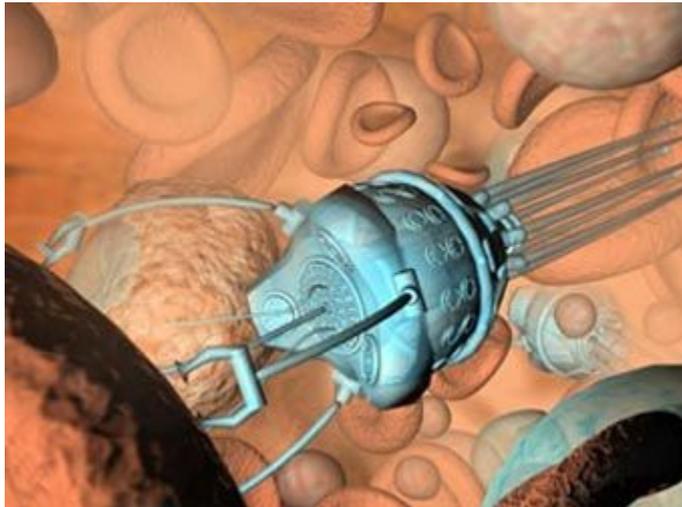
Структура нанокапсул и микрофотография нанокапсул с захваченными люминесцентными частицами



Нанороботы



Julian Baum/Science Photo Library



Нанотехнология в информационных технологиях

- Устройства с очень малым энергопотреблением
- «Карманные» суперЭВМ
- Запоминающие устройства нового типа
- Повышение характеристик ЭВМ на три порядка

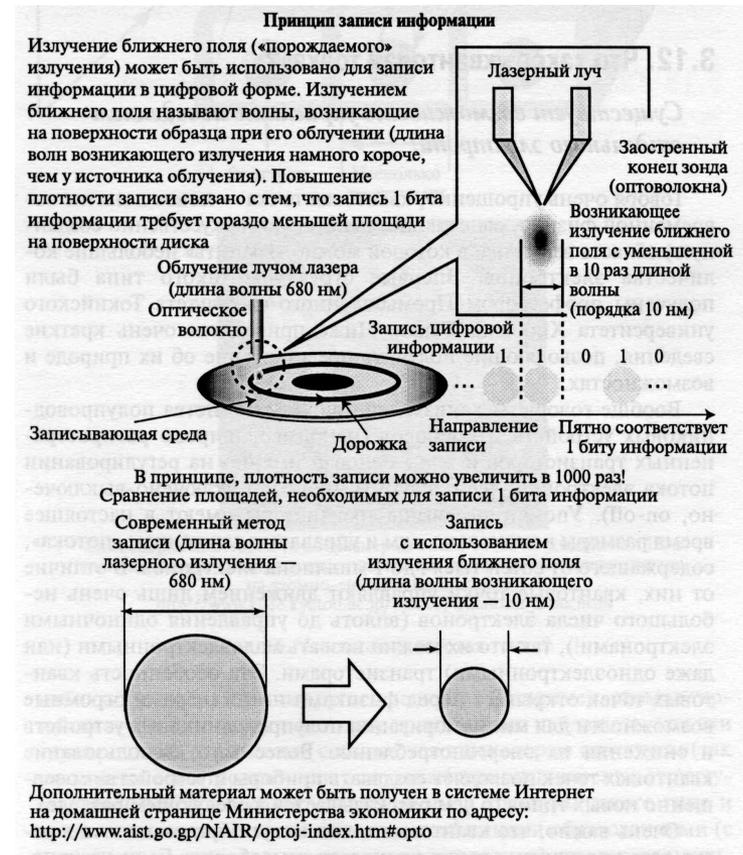


Нанотехнология в информационных технологиях

Основным элементом записывающей системы является оптическое волокно с отверстием диаметром в несколько десятков нм.

Наконечник такого оптического волокна движется над плоскостью записывающего диска на расстоянии всего 10-20 нм.

При освещении поверхности лазерным лучом на поверхности происходит запись информации.



Нанотехнологии и проблемы окружающей среды и энергетики

- Создание нового типа производств
- Новые возможности контроля за состоянием среды
- Создание альтернативных источников энергии и разработка эффективных методов сохранения и передачи энергии

Нанотехнология в сельском хозяйстве

- Решение проблемы нехватки питания
- Создание стабильного и достаточного сельскохозяйственного производства
- Широкое применение техники ДНК-чипов и ДНК-анализа

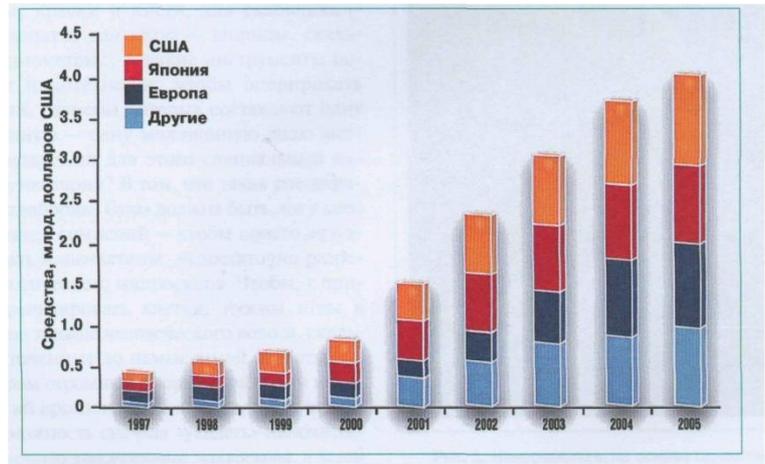


нанотехнология

Нанотехнология выступает связующим звеном, объединяющим подходы и методики разных дисциплин. С этим обстоятельством связана основная трудность в развитии и практическом внедрении нанотехнологий – необходимость постоянного сотрудничества и согласования между учеными разных специальностей.

Нанотехнология

Средства,
потраченные из
бюджета разных
стран на
нанотехнологии в
1997-2005 годах



Литература:



1. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника М.2006



2. Мейер К., Дэвис С. Живая организация: Компания как живой организм: Грядущая конвергенция информатики, нанотехнологии, биологии и бизнеса. М. 2007