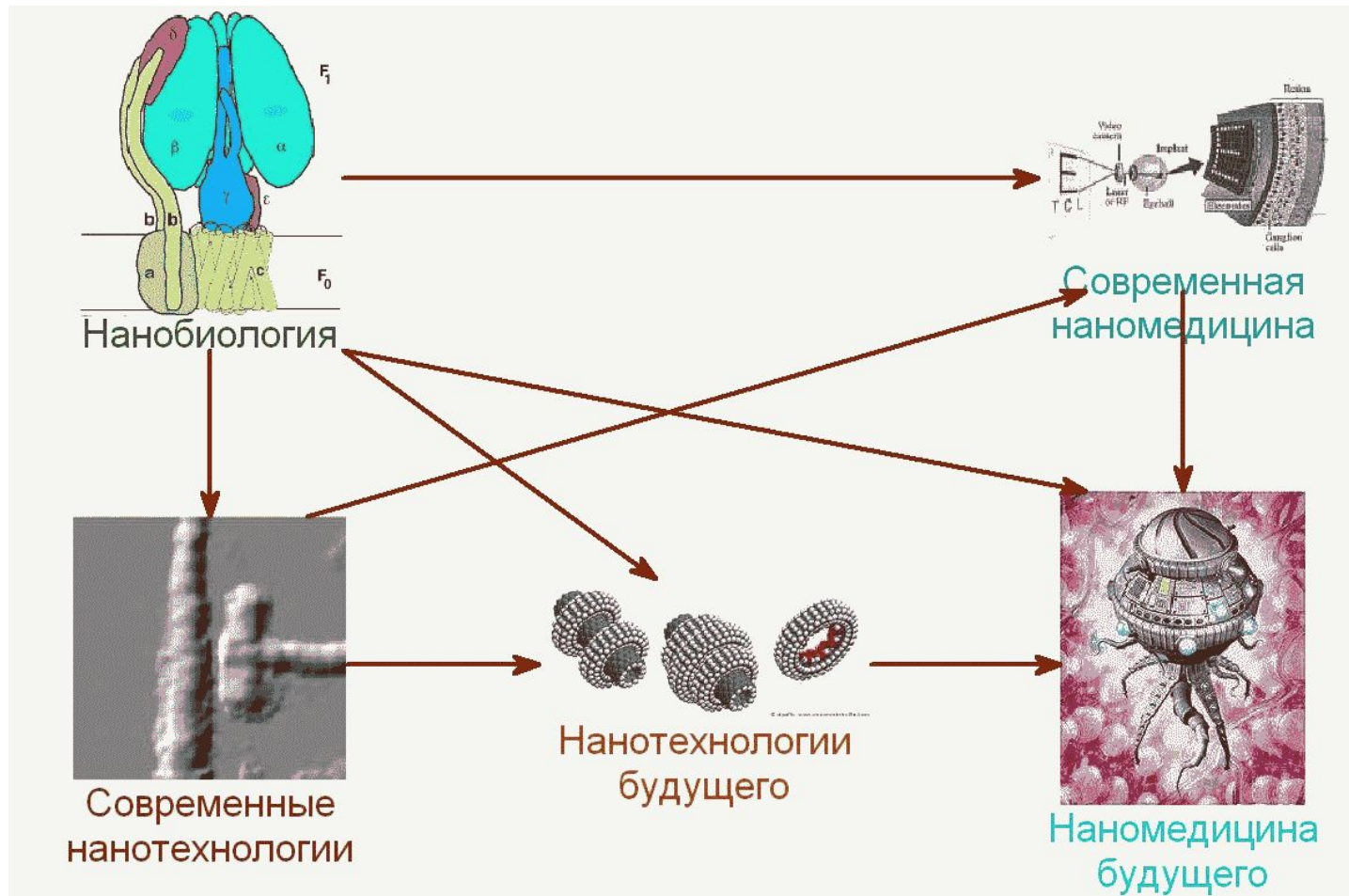


# Наномедицина сегодня и завтра

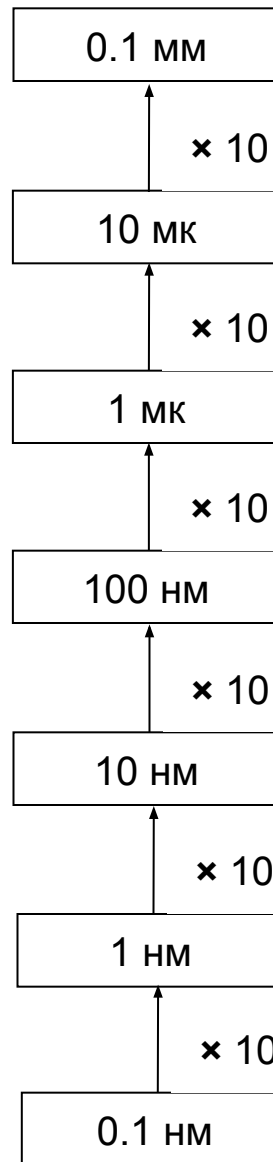
И. В. Артюхов



# Взаимосвязь предметных областей



# Масштабы объектов в нанобиологии



Различно  
глазом

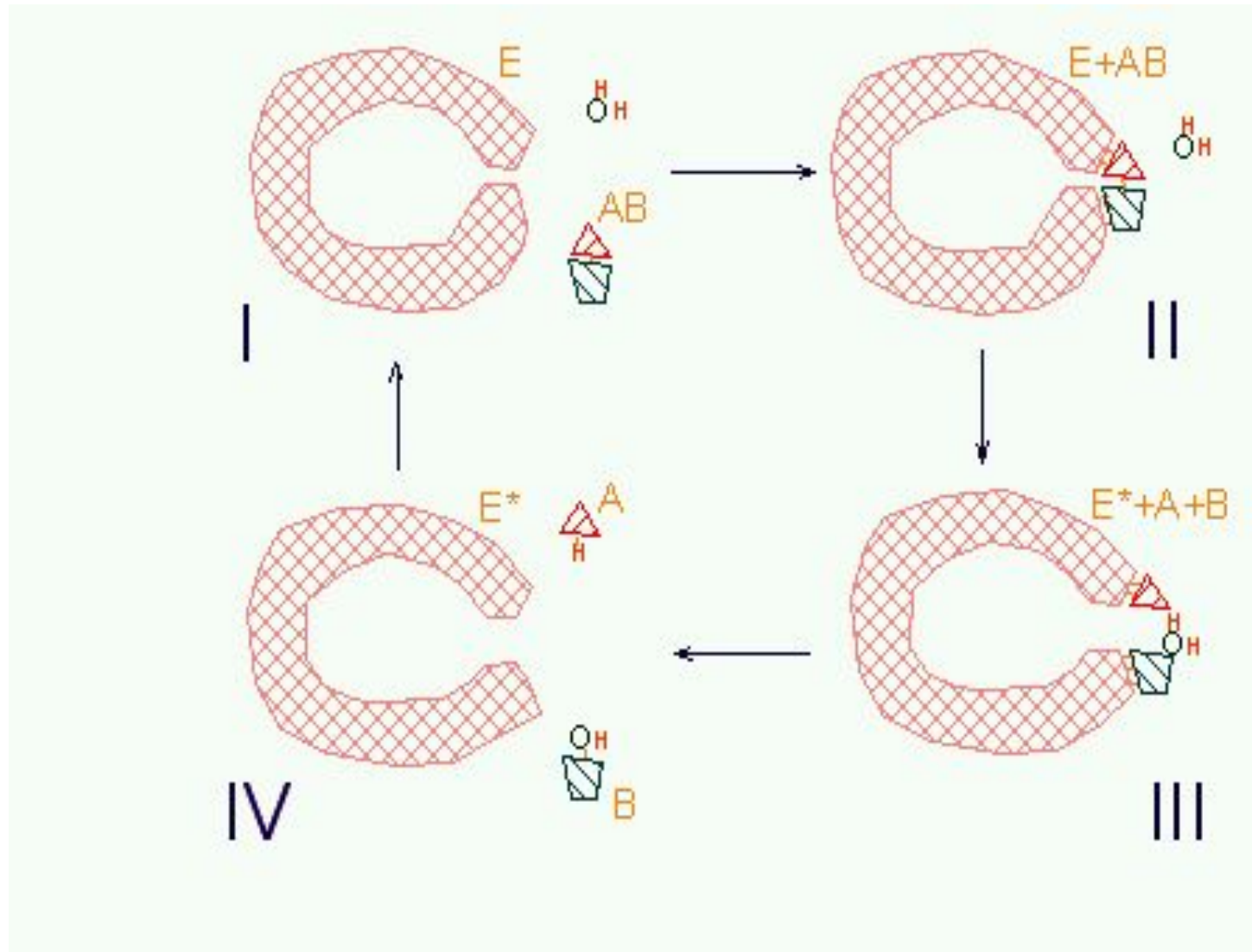


... в оптический  
микроскоп

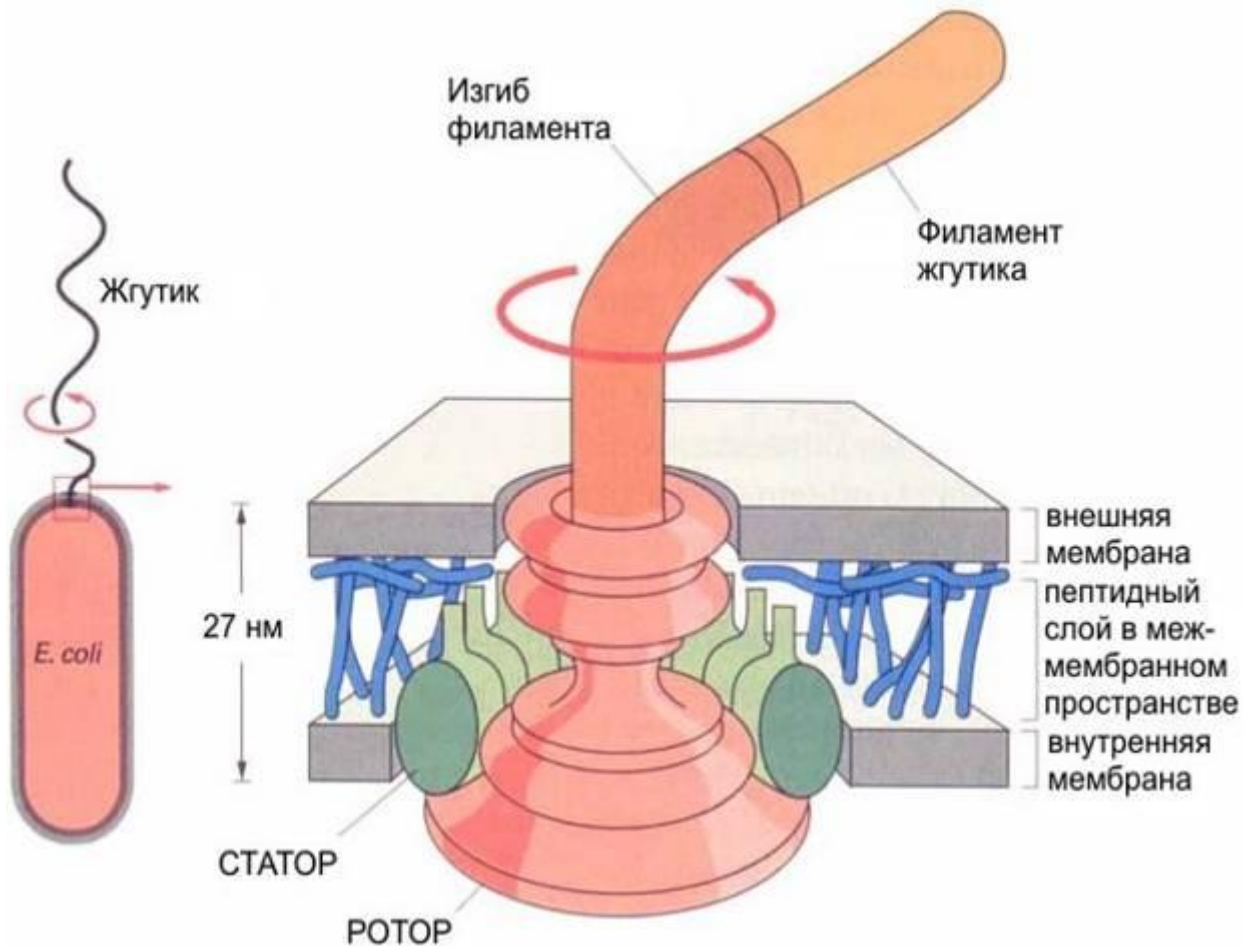


... в электронный  
микроскоп

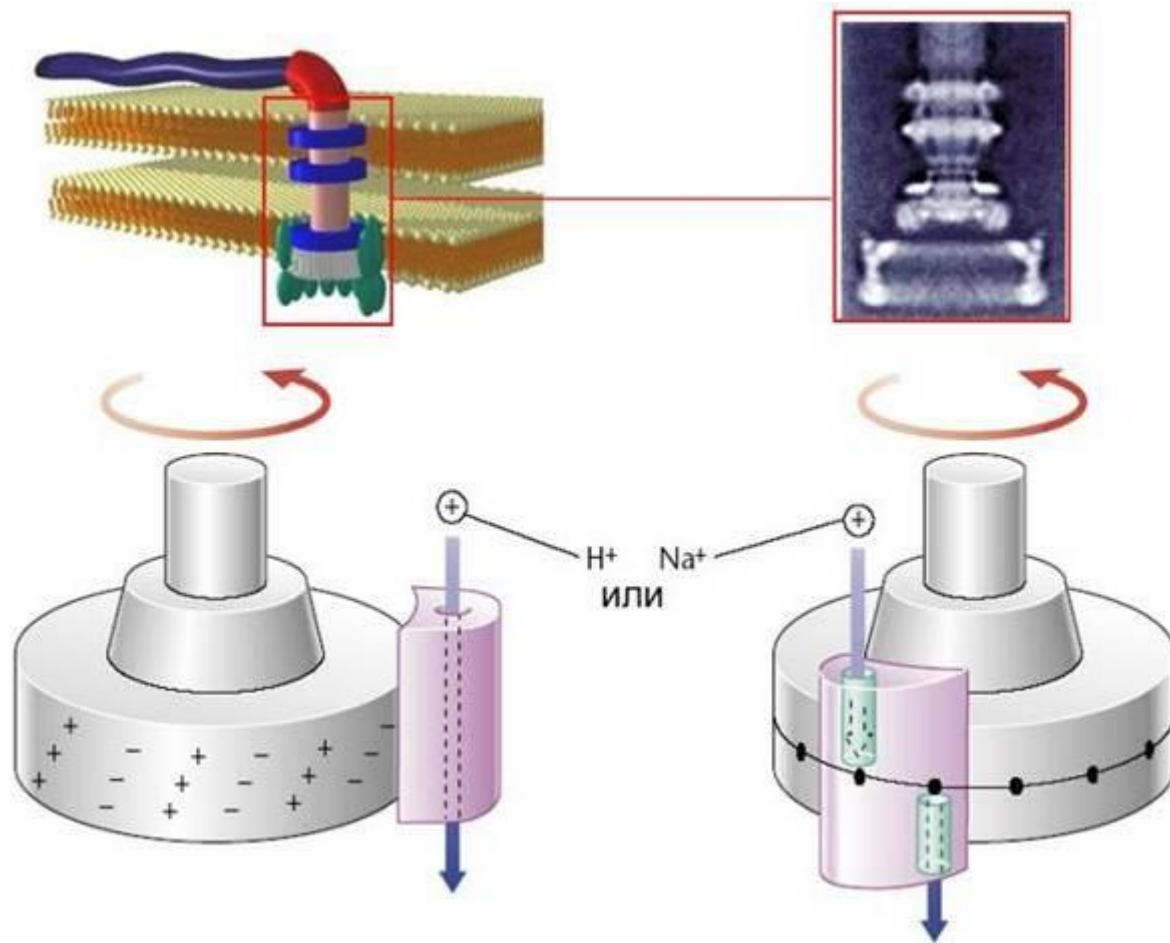
# Пример работы фермента



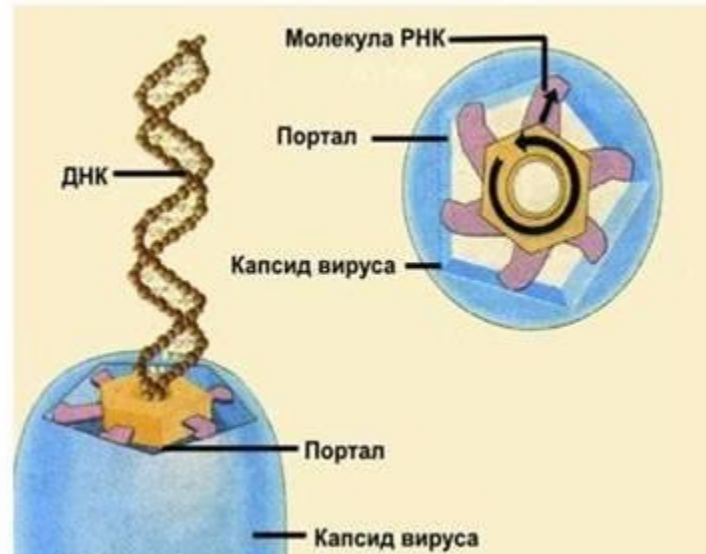
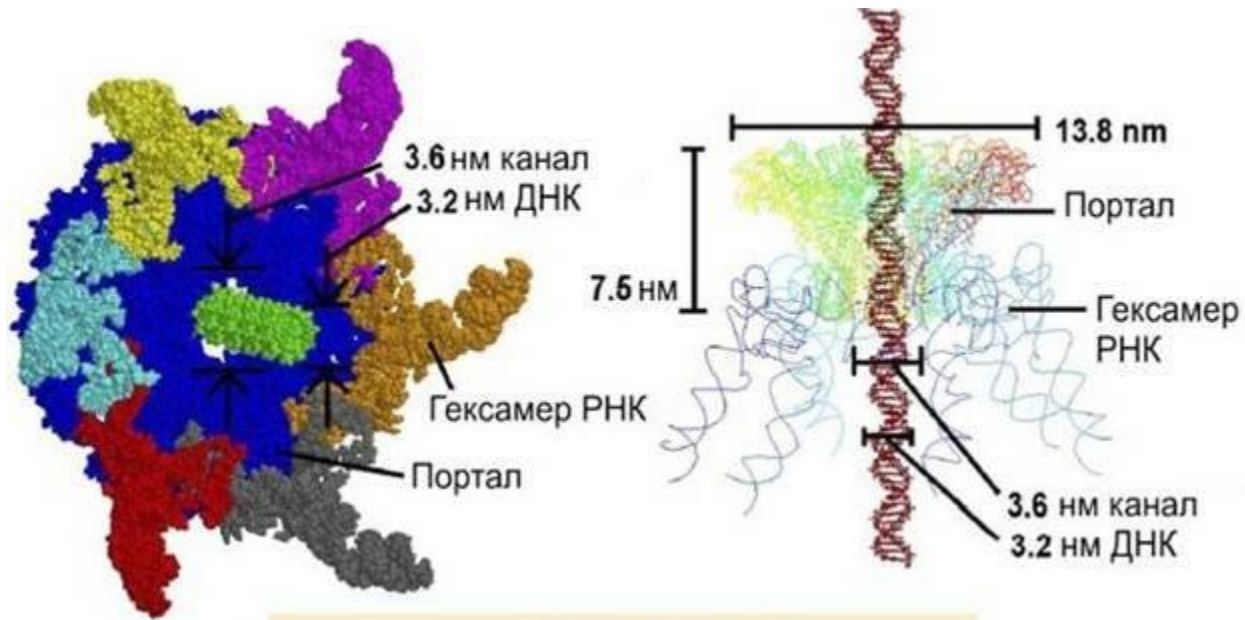
# Молекулярный мотор жгутика бактерии



# Принцип работы молекулярного мотора



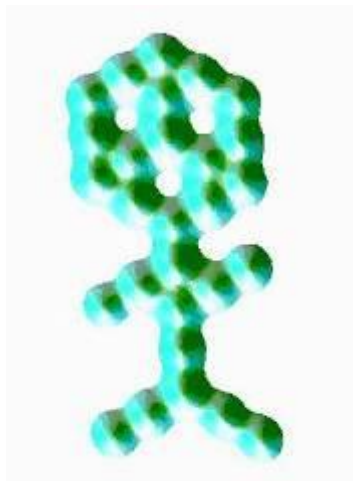
# Молекулярный мотор вируса



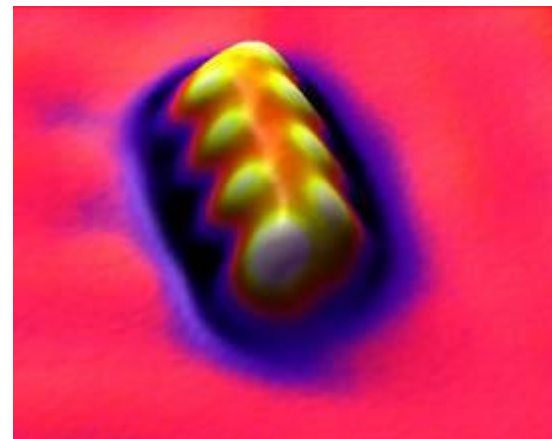
# Сборка структур из отдельных атомов (IBM)



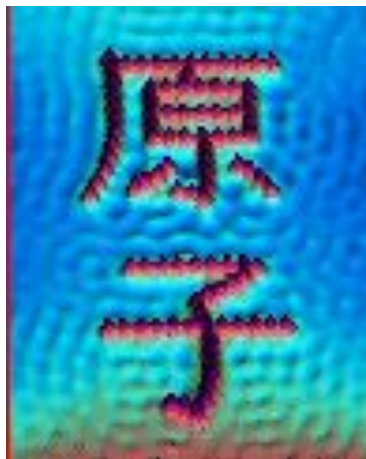
Ксенон на никеле



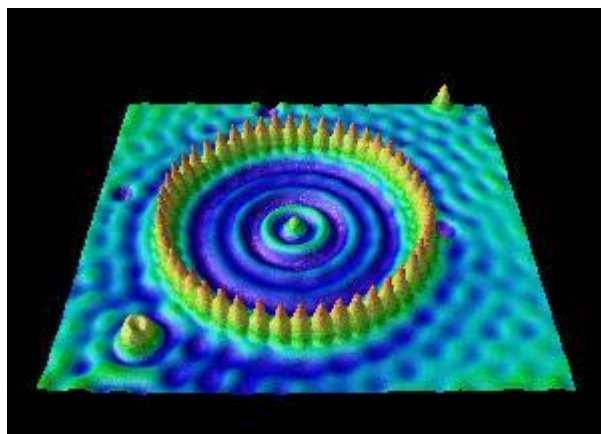
Моноксид углерода на платине



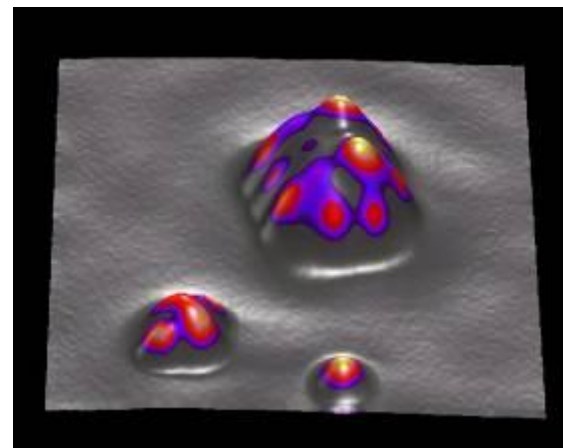
8+8 Цезий+йод на меди



Железо на меди



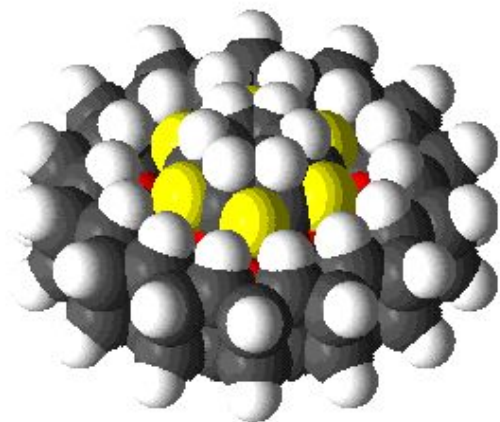
«Квантовый загон»



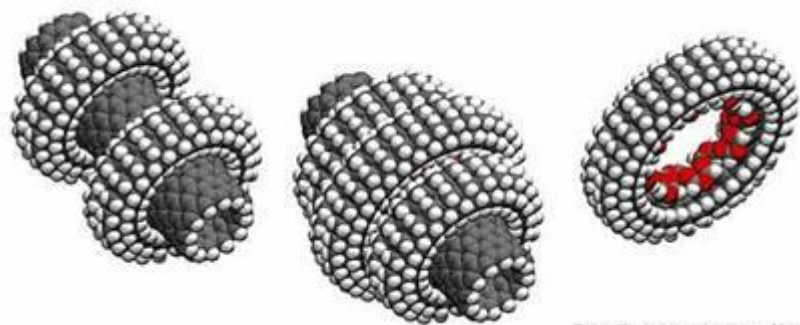
Натрий и йод на меди



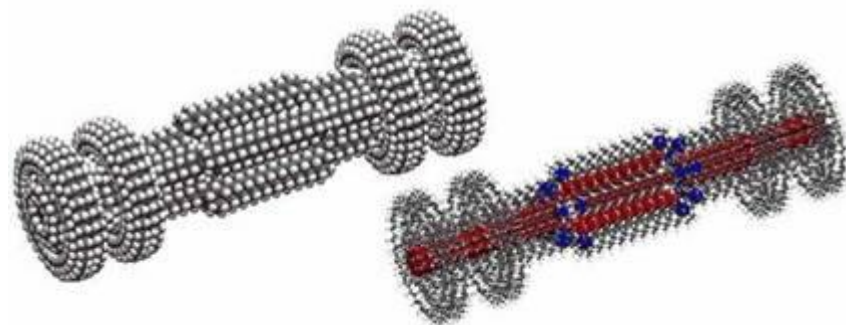
# Различные наноподшипники



© dgalis, www.somewhereville.com

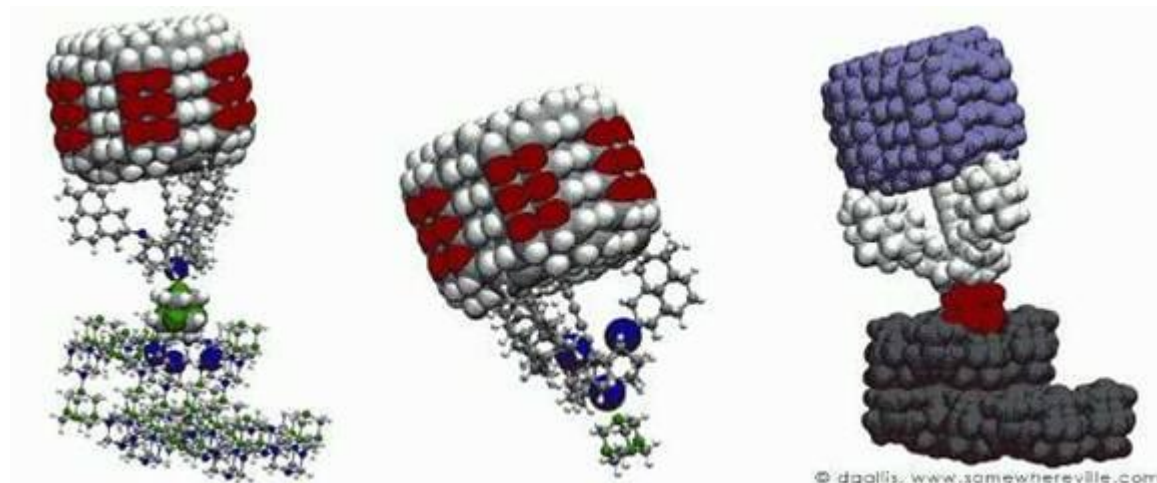
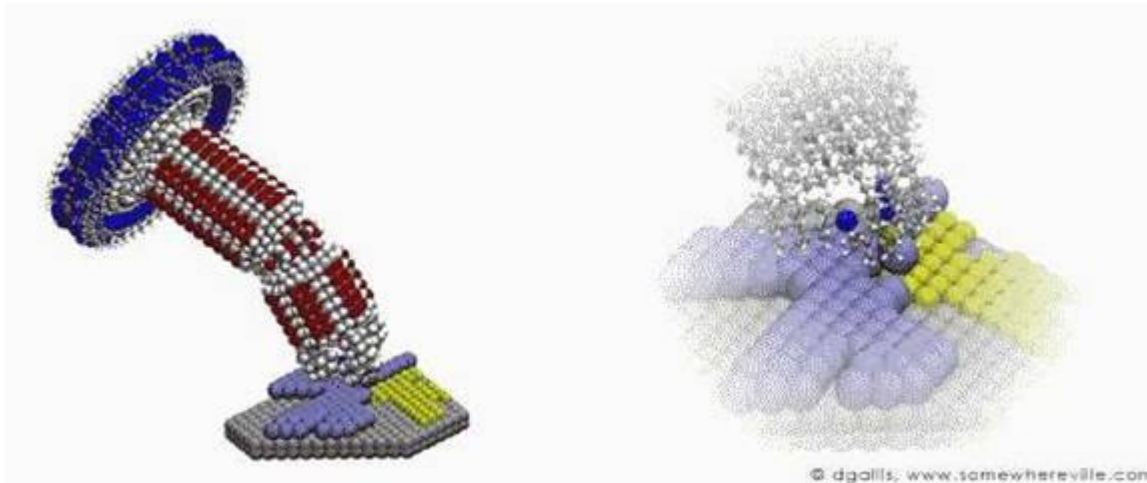


© dgalis, www.somewhereville.com



© dgalis, www.somewhereville.com

# Вариант конструкции наноманипулятора



# Наномедицина сегодня

- Наноматериалы
- Наночастицы
- Наносенсоры и нанодатчики
- Использование сканирующей зондовой микроскопии
- Автономные микроустройства
- Микропротезы
- Наноманипуляторы

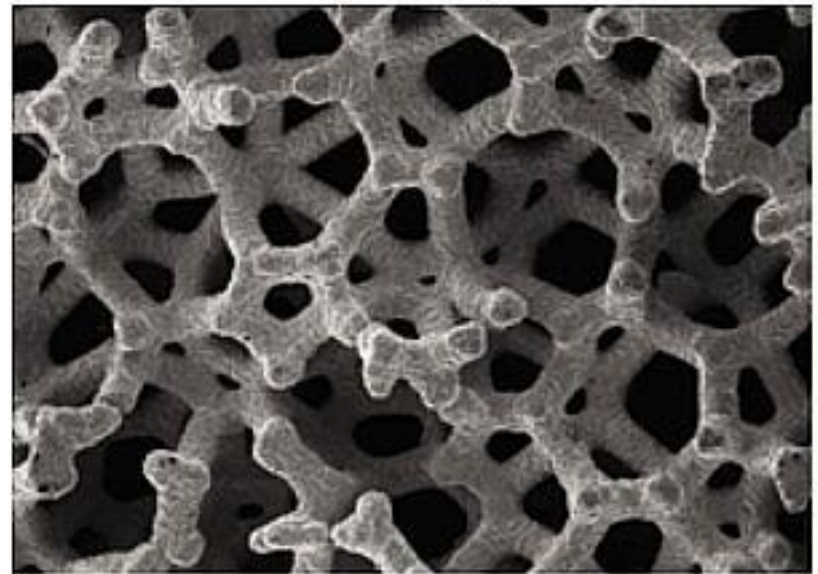
# Наноматериал для замены КОСТНОЙ ТКАНИ

## Implantable Materials - Bone Repair

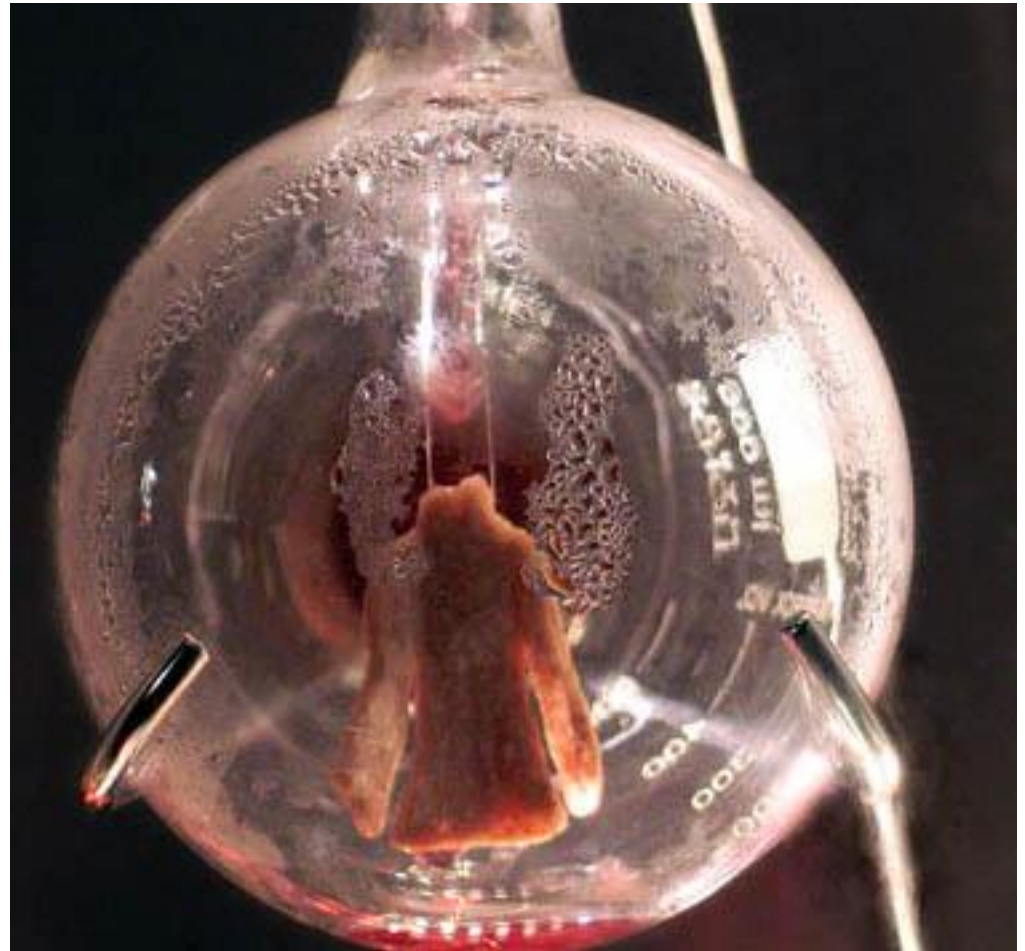
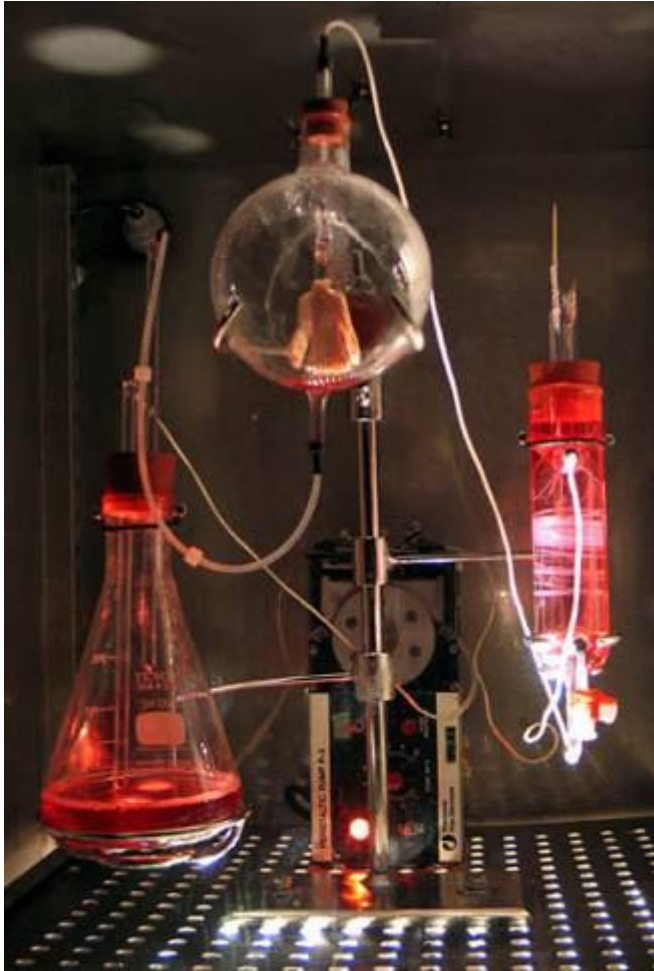


Hydrocel

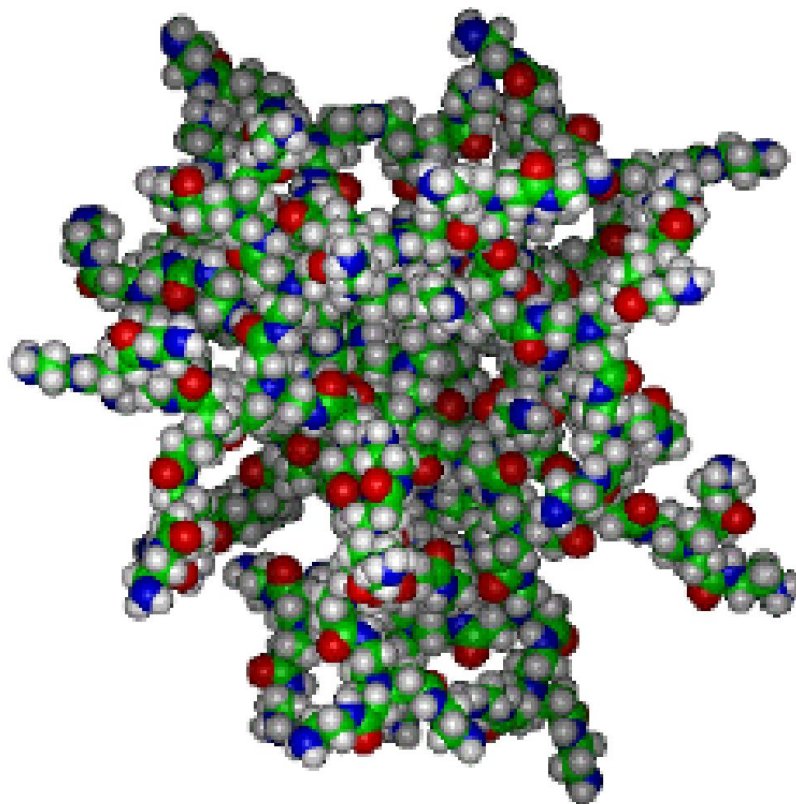
chemical vapor  
deposition



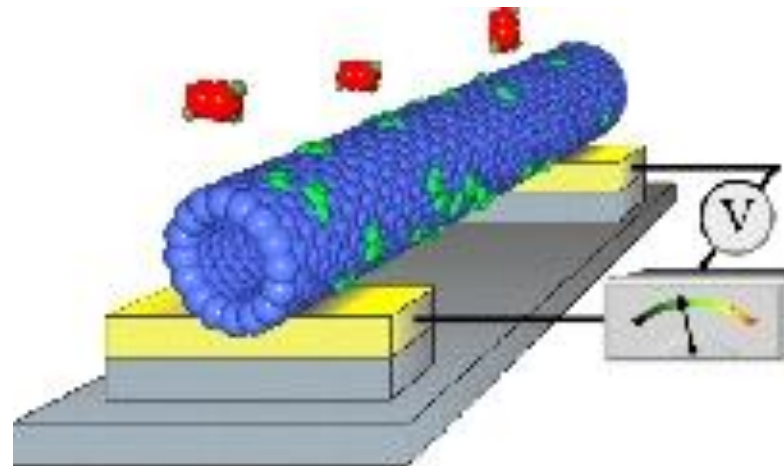
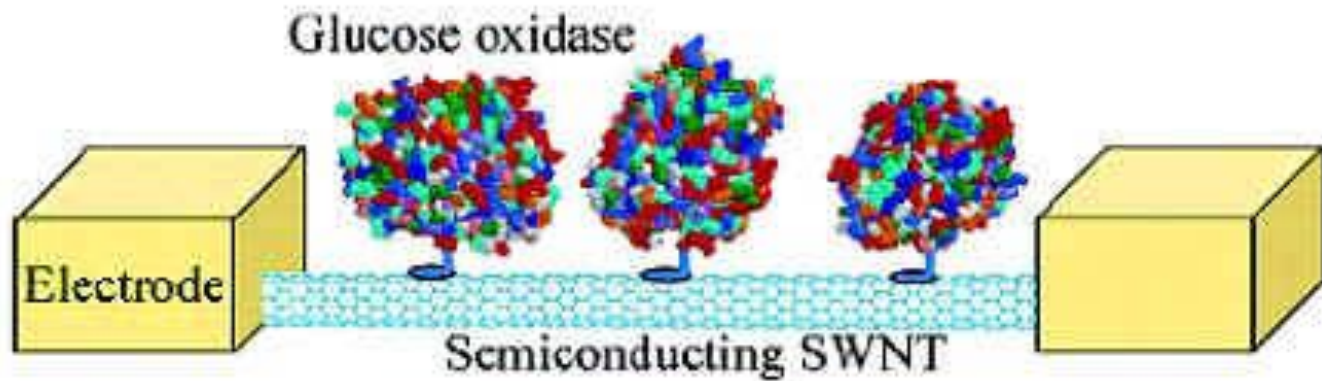
## Использование биосовместимого матрикса в инженерии органов и тканей («куртка из живой кожи»)



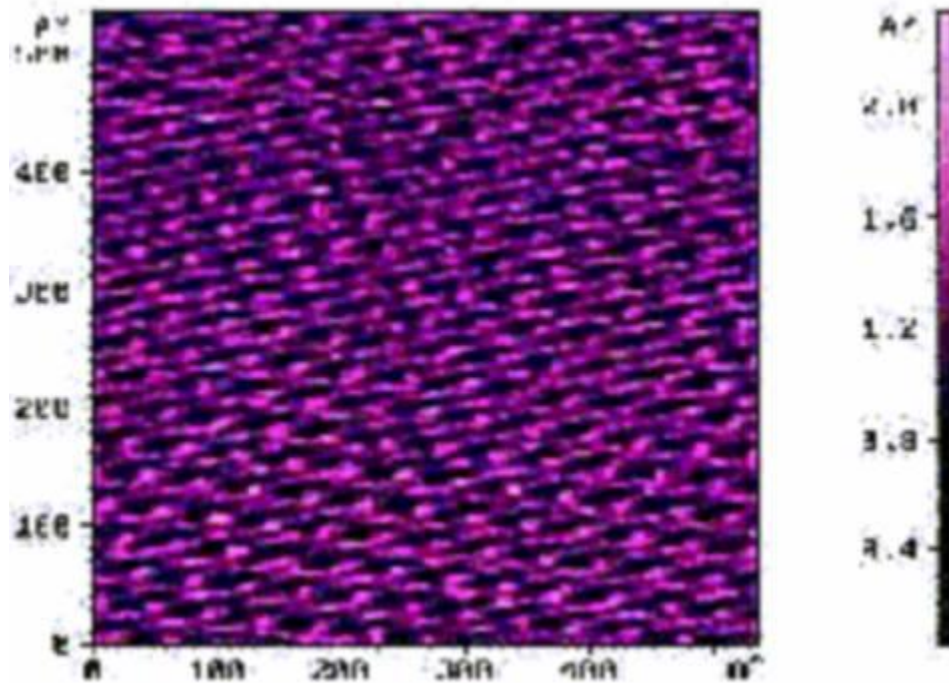
# Молекула дендримера



# Наносенсоры и нанодатчики



# Скан пурпурной мембраны бактерии *Halobacterium salinarium*

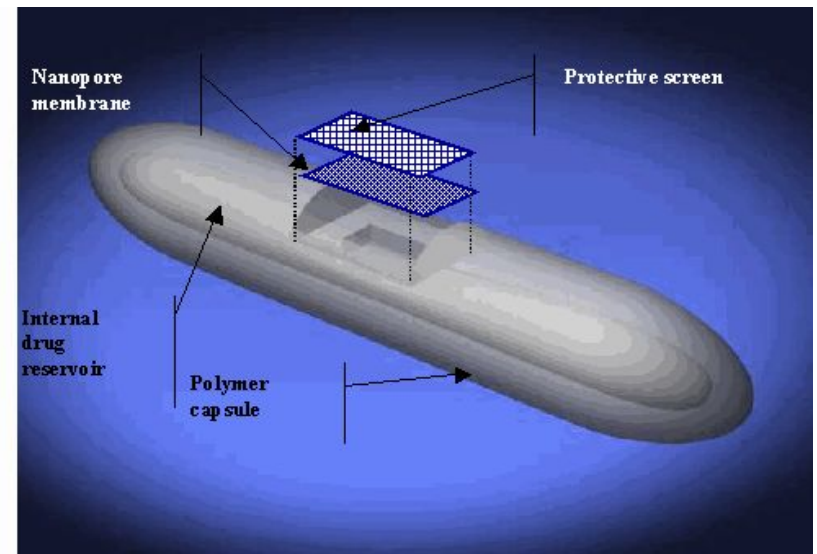




# Микрокапсулы для доставки лекарственных средств



*Biomedical Engineering Center  
at The Ohio State University in  
Columbus*



*University of Illinois, Chicago*

# Современные диагностические микроустройства



Капсула-эндоскоп

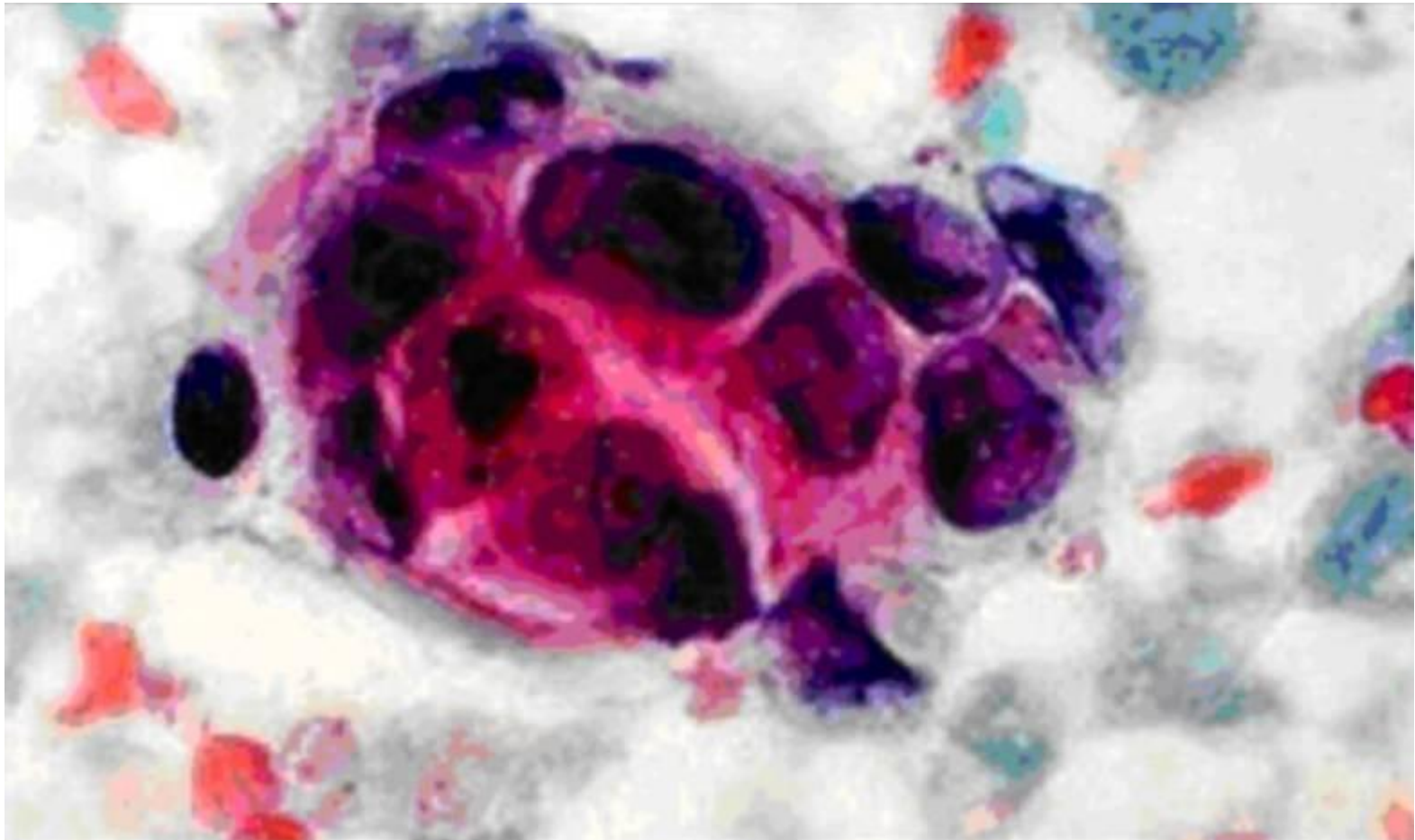


Самодвижущийся робот-эндоскоп



Передаваемое изображение

# Изображение, полученное с помощью микрокамеры

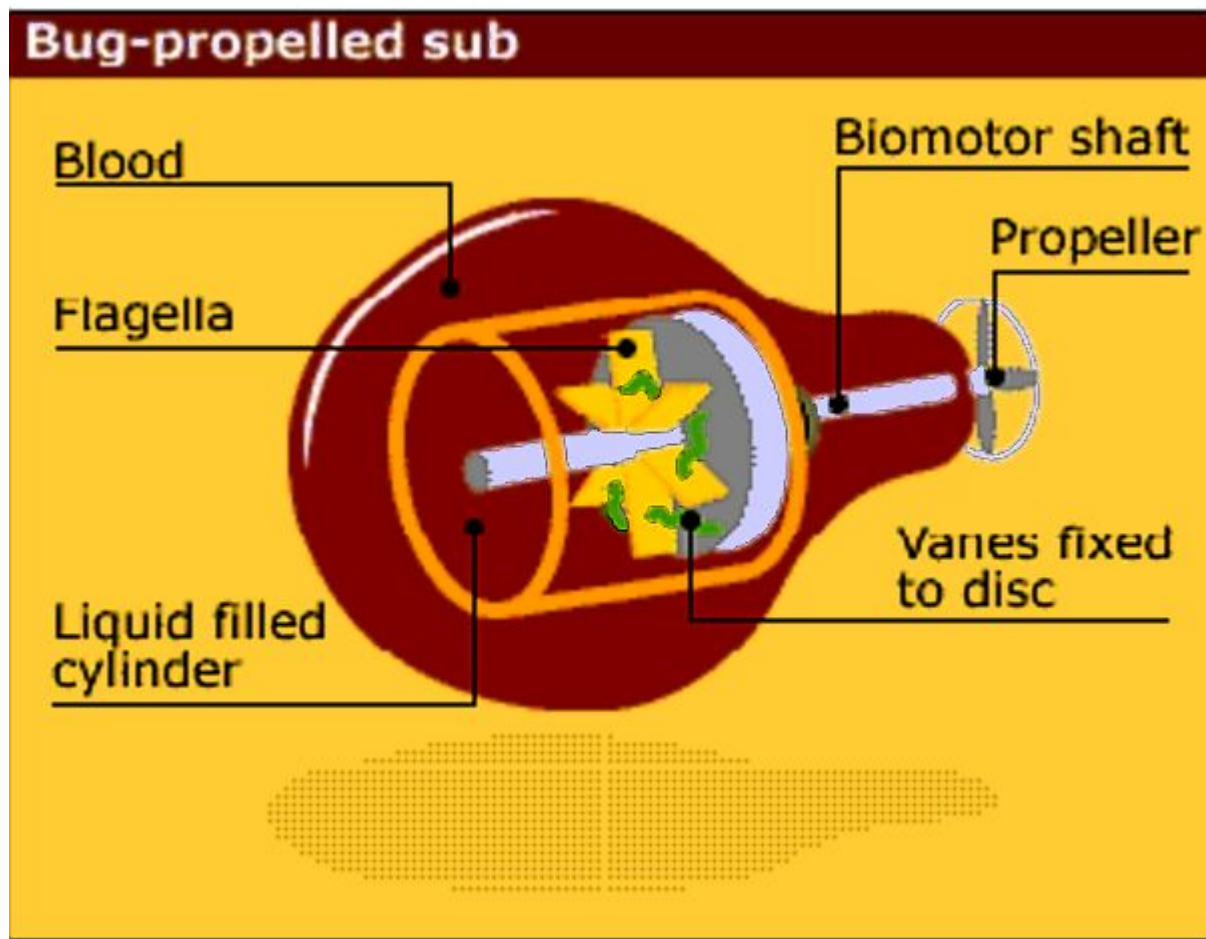


Раковые клетки в молочной железе. Изображение получено с помощью микрокамеры ~0.1 мм, вводимой через поры соска (Guy's Hospital, Лондон)

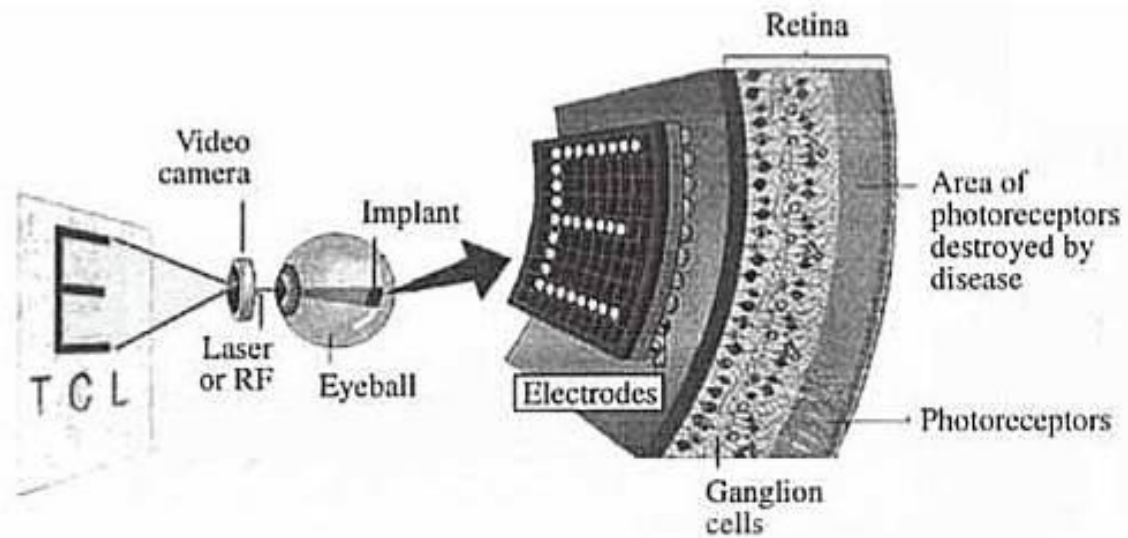
# «Микросубмарина» германской фирмы *microTEC* в просвете аорты



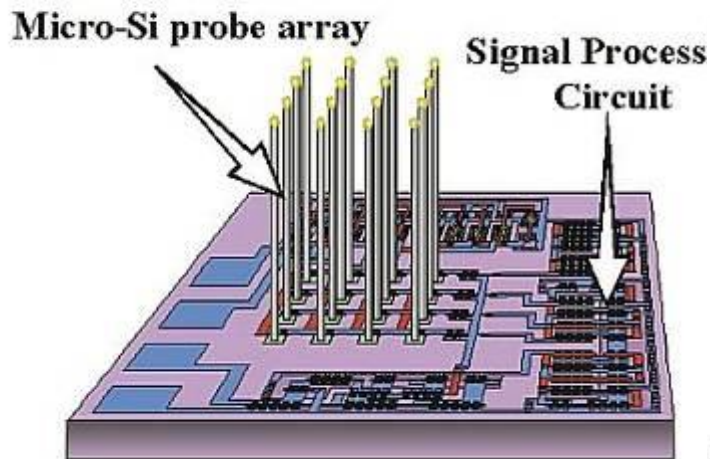
# «Микросубмарина» конструкции Университета штата Юта



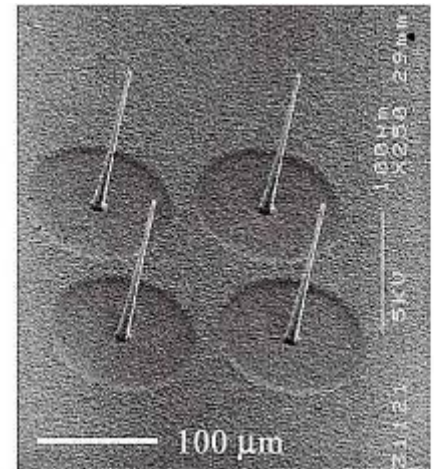
# Протез сетчатки



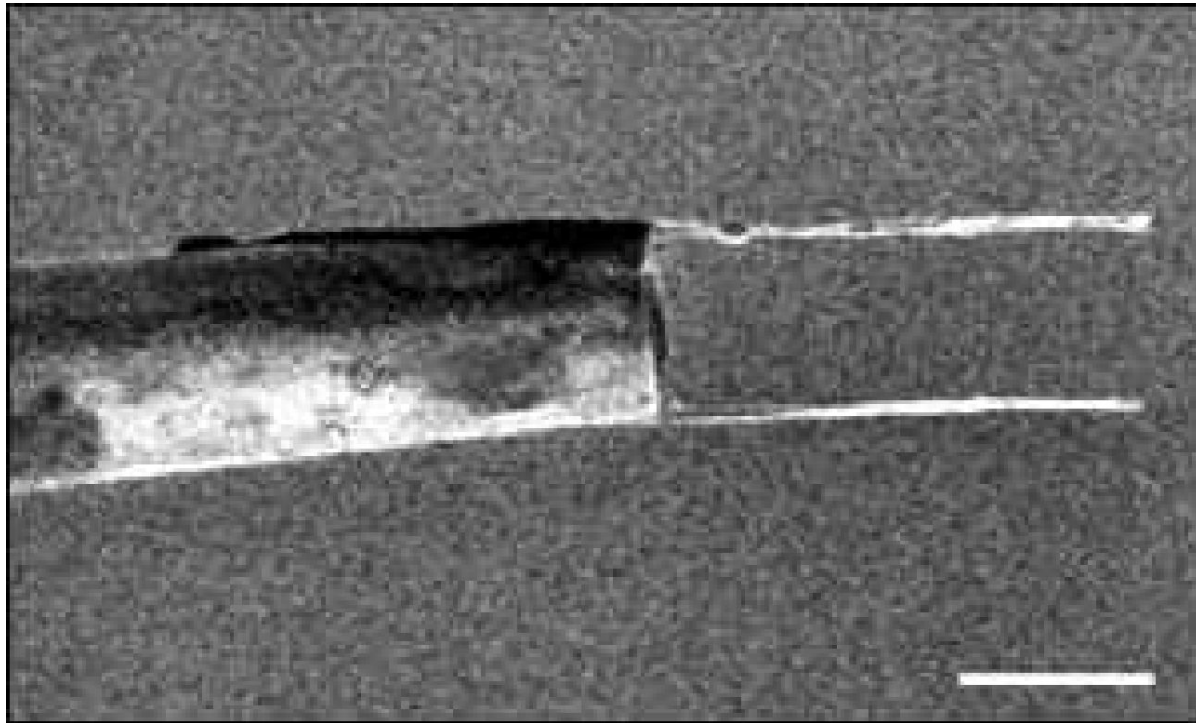
Sensory Aids  
Retina Implants



Sensory Aids  
Retina Implants



# Нанопинцет

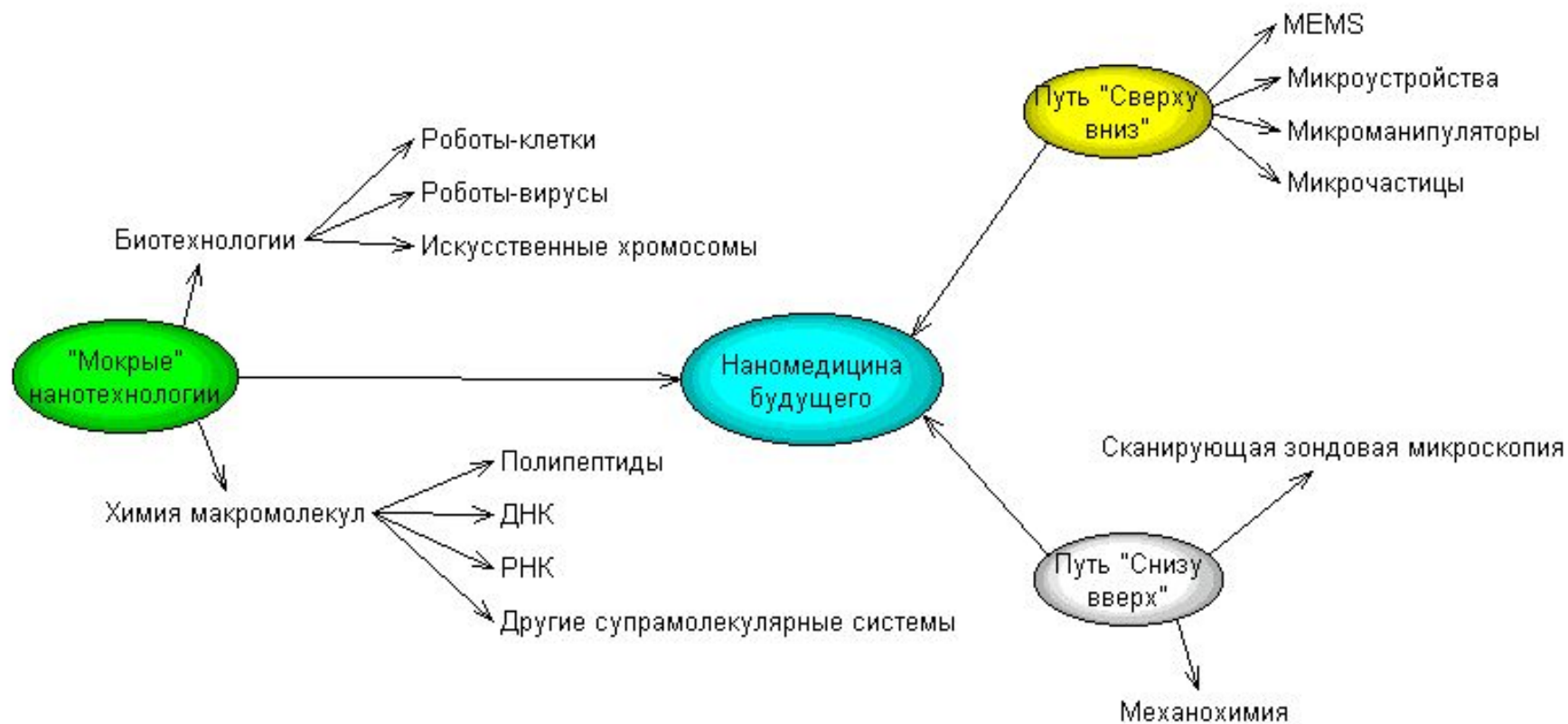


# Наномедицина завтра

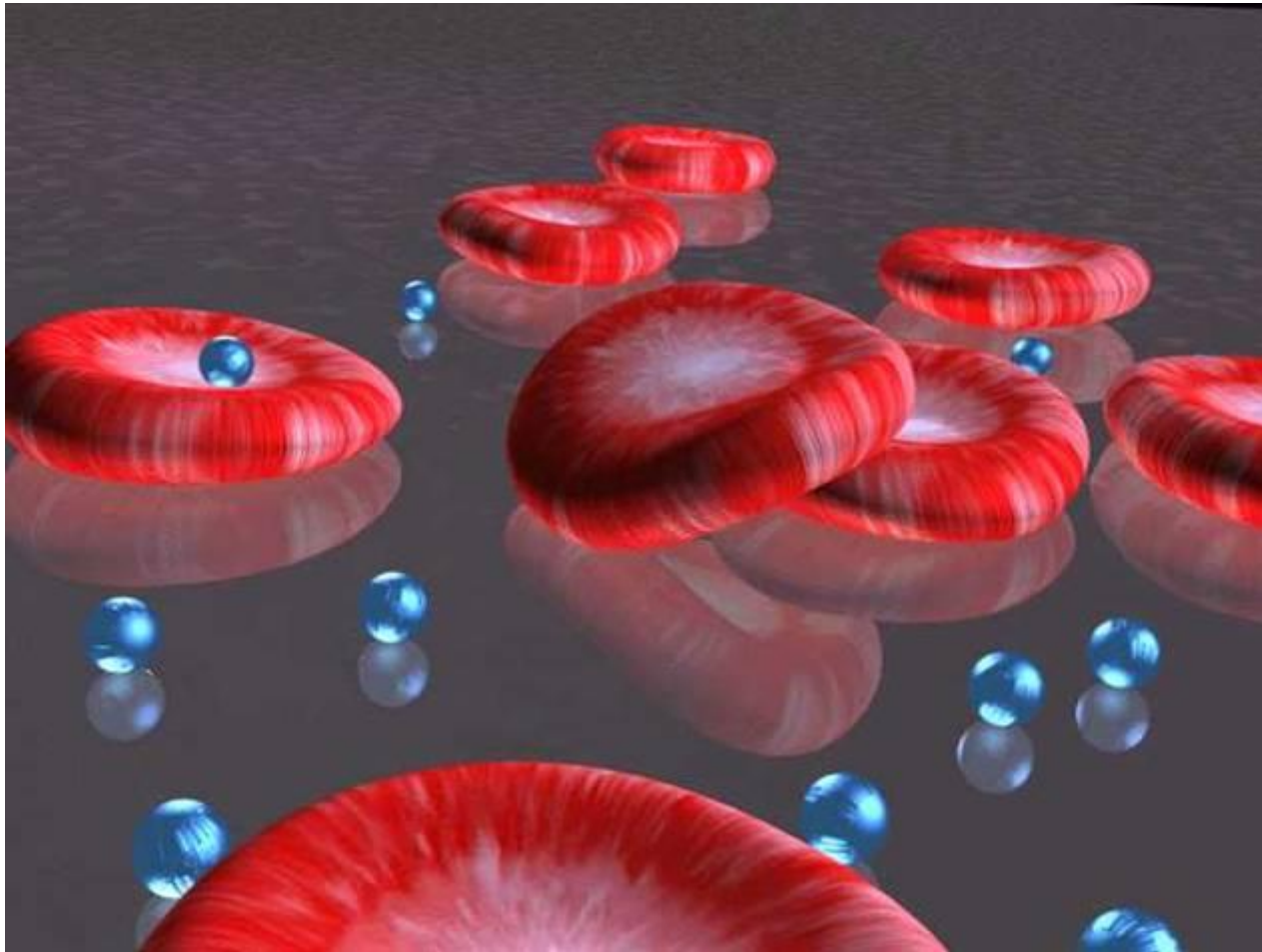
- «Мокрые» нанотехнологии
- Путь «Сверху вниз»
- Путь «Снизу вверх»



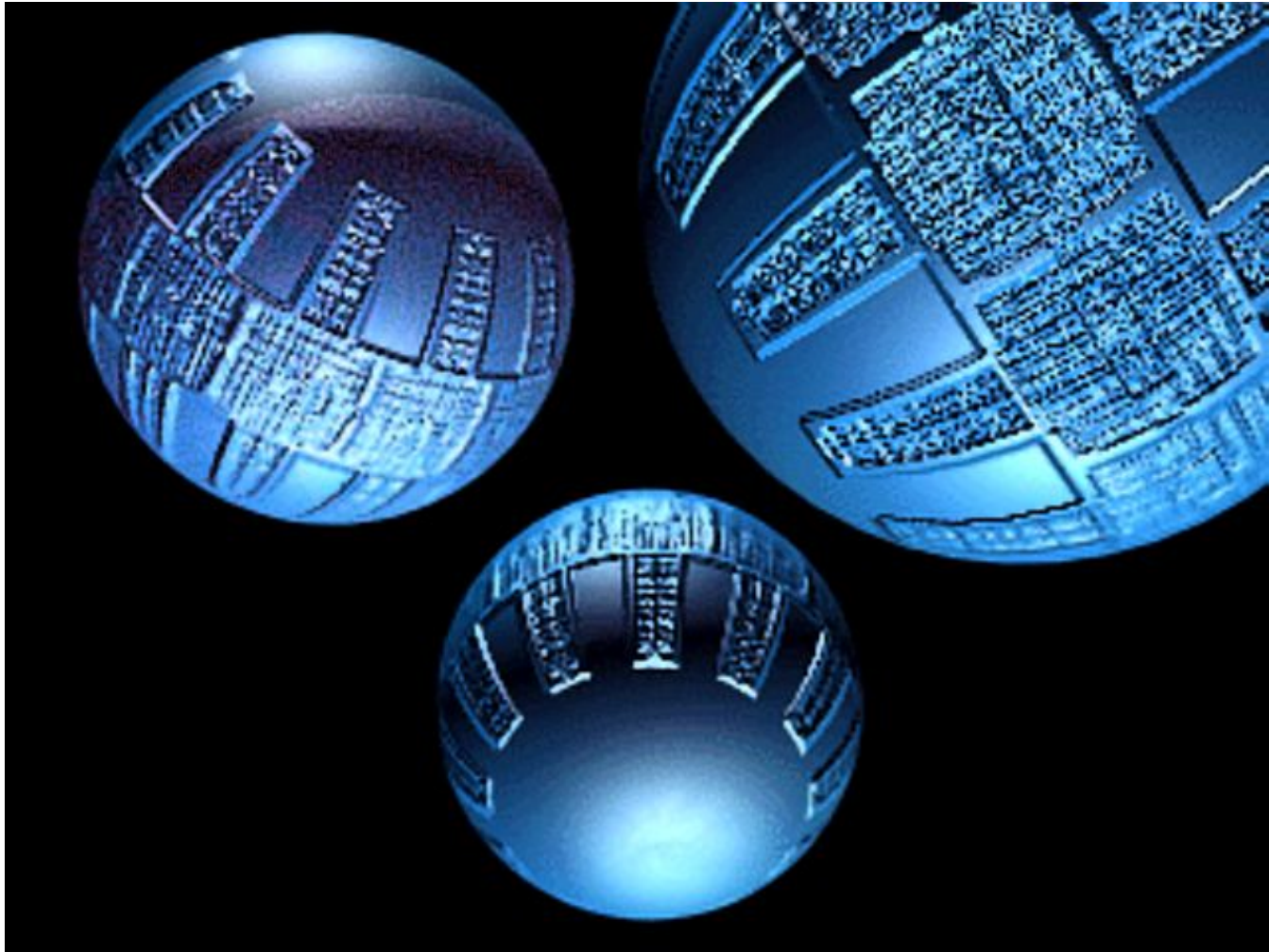
# Три пути к наномедицине будущего



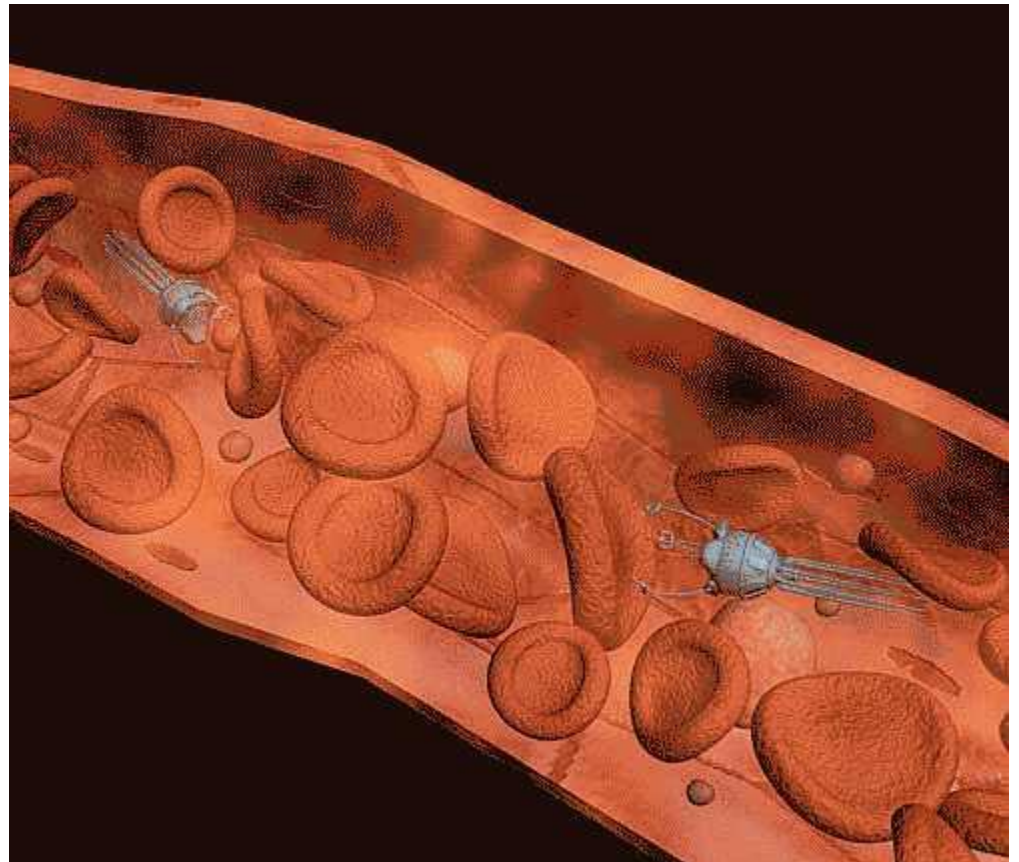
# Респироциты в сравнении с эритроцитами



# Сенсоры и молекулярные насосы на поверхности респироцитов



# Нанороботы в кровяном русле



# Энергетика наноустройств

## Получение энергии

- В химической форме (в организме: глюкоза+кислород, АТФ)
- Излучение (звуковое, электромагнитное)

## Накопление энергии

- в химической форме
- в механической форме

# Управление наноустройствами

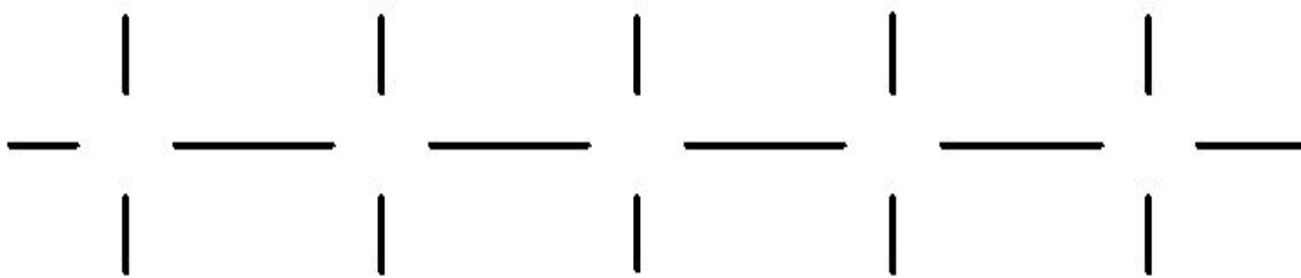
**Бортовые системы управления на  
основе:**

- Молекулярной электроники
- Наномеханических вычислений
- Квантовых вычислений

**Внешнее управление**

**Прямая связь с ЦНС**

# Гидрофторполиэтилен как носитель информации



# Связь между наноустройствами

- Химические переносчики информации: цитокины, гормоны, нейропептиды, феромоны
- Прямая передача молекул гидрофторполиэтилена
- Ультразвук (распространение по костной ткани)
- Электромагнитное излучение
- Кабельные сети
- Коммуницинты



# Навигация наноустройств в организме

## Абсолютная навигация

- Инерционные сенсоры ускорения, поворота
- Сенсоры электромагнитного поля

## Соматографическая навигация

- Взаимоориентация
- Исследование окружения (мембраны, матрикс)
- Навициты

## Цитографическая навигация

# Диагностика

- Температура, давление, вязкость
- Ph, концентрации различных веществ
- Наличие антигенов, полинуклеотидов, гормонов, нейротрансмиттеров
- Атомно-силовое сканирование
- ОМБП (внешний осветитель; несколько нм; до 30 нм в глубину)
- Акустическая микроскопия («эхолокатор», «томограф»)
- МРТ
- Электромониторинг нейронов и др. клеток
- Химический мониторинг синапсов

# Перемещение наноустройств

- Перемещение в жидкости
- -//- по поверхности
- -//- в толще ткани
- Цитопенетрация

# Применения (внеклеточные наноустройства)

- Инфекционные болезни и болезни иммунной системы
- Атеросклероз и другие болезни сердечно-сосудистой системы
- Онкологические заболевания
- «Ремонт» межклеточного матрикса
- Инженерия органов и тканей

# Применения (внутриклеточные наноустройства)

Размер:  $\sim 1 \mu^3$  ( $\sim 1/1000$  от объёма клетки)

- «Ремонт» генетического материала клетки – восстановление разрывов хромосом, удаление встроившихся участков генетического материала вирусов, таких, как герпес, исправление генетических дефектов и приобретённых мутаций, восстановление теломер.
- Перевод молекул белков из неправильной конформации в правильную (ренатурация)
- Разделение «сшитых» молекул белков
- Управление активацией/деактивацией генов (например, с целью перепрограммирования клетки рубцовой ткани и превращения её в полнофункциональную клетку ткани)
- Удаление или обезвреживание молекул вредных веществ (например, соединений тяжёлых металлов)
- Полный «ремонт» клетки, повреждённой внешним воздействием, вплоть до оживления погибшей клетки
- Восстановление клетки после замораживания