

ОСНОВЫ НАНОИНЖЕНЕРИИ

**Инструменты и методы
наноинженерии**

МИКРОСКОПИЯ

- **Оптическая**
- **Электронная**
- **Сканирующая зондовая**

Оптические микроскопы



Микроскоп
Джона Каффа, 1750 г.

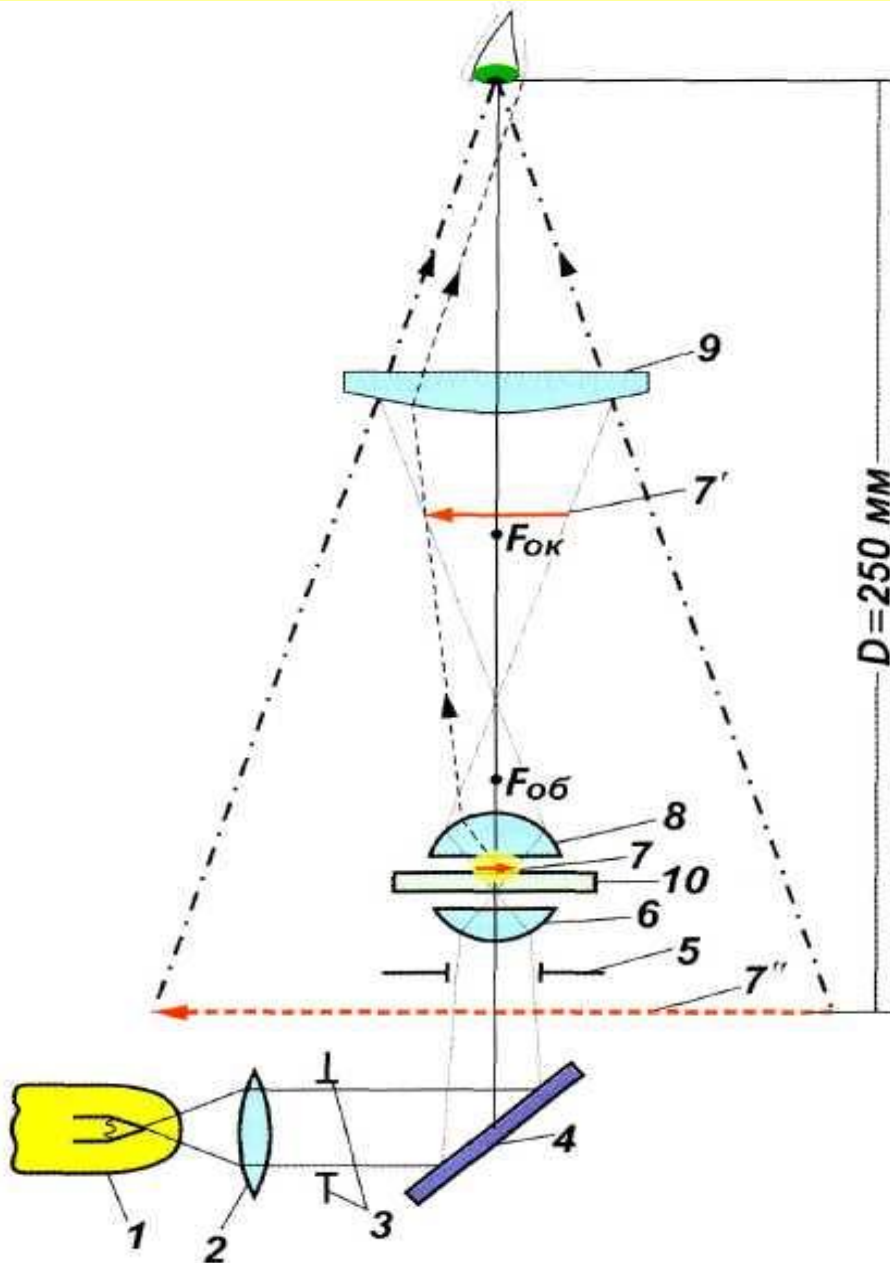


Микроскоп XVII в., гравюра



Экспонат микроскопа, УР

Схема работы микроскопа



- 1 – Осветительная лампа
- 2 – Линза, используемая для равномерного освещения объекта
- 3 – Полевая диафрагма для ограничения светового пучка
- 4 – Зеркало
- 5 – Апертурная диафрагма для ограничения светового пучка
- 6 – Конденсор
- 7 – Рассматриваемый объект (препарат)
- 7' – Увеличенное действительное изображение объекта
- 7'' – Увеличенное мнимое изображение объекта
- 8 – Объектив
- 9 – Окуляр
- 10 – Предметный столик

Дифракция и интерференция

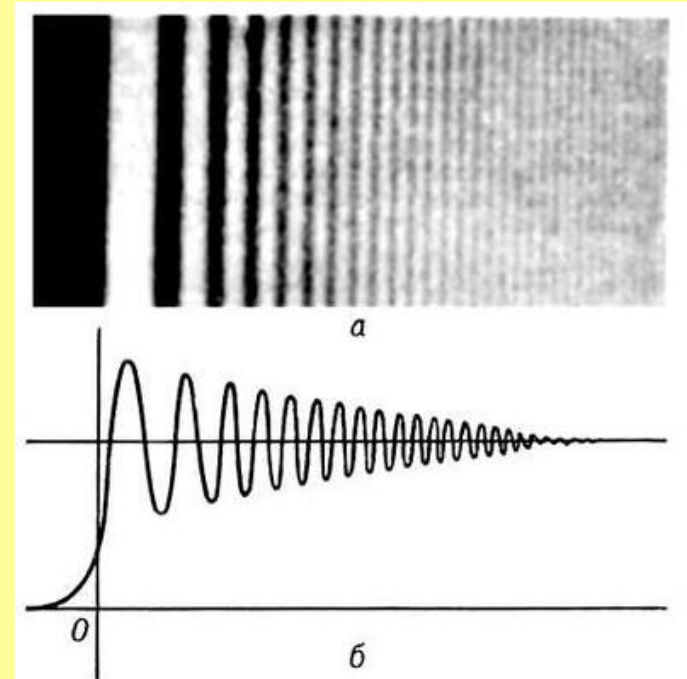
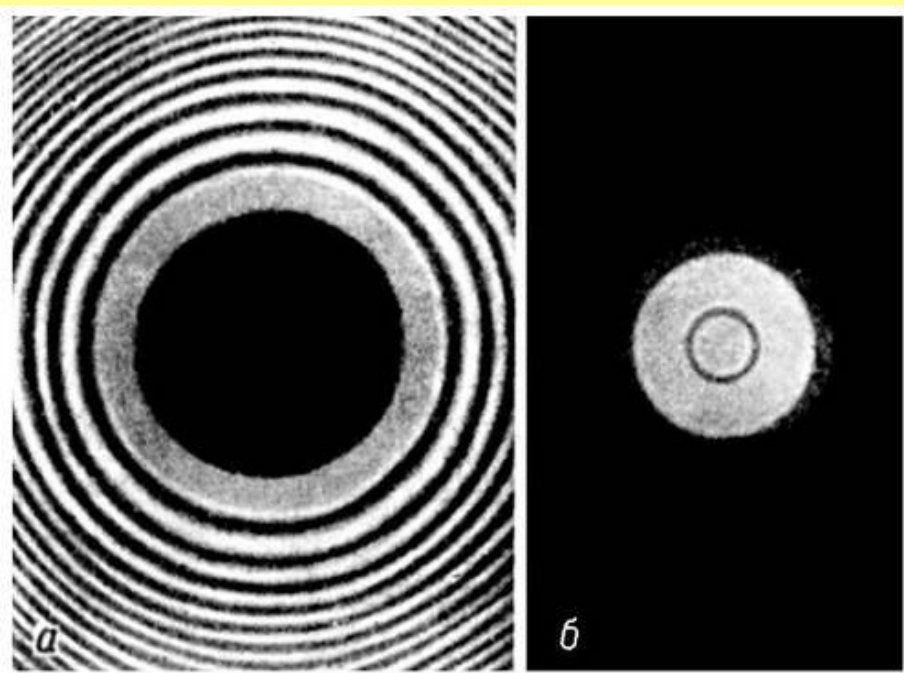
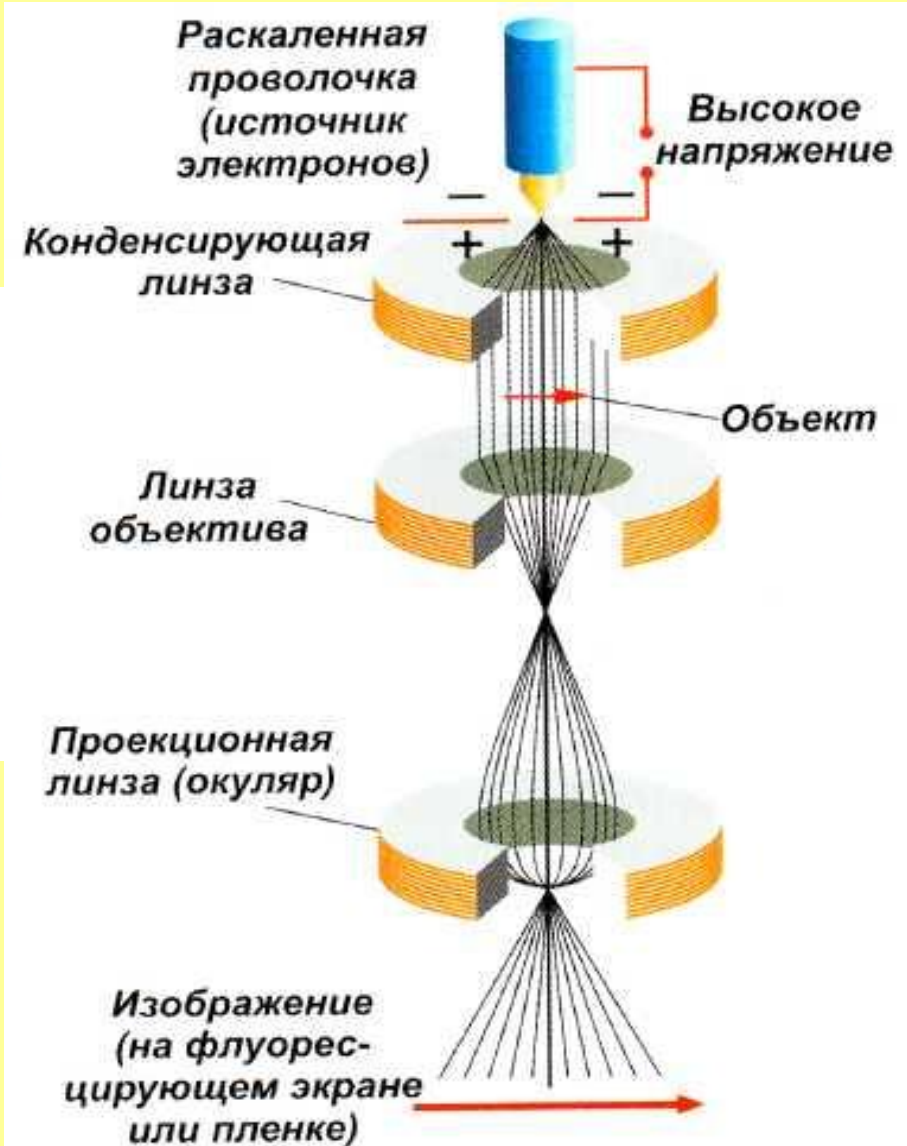
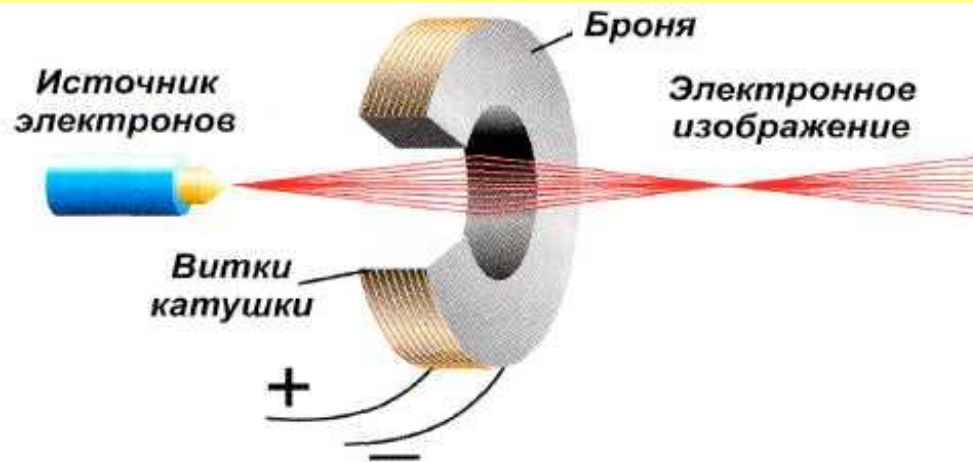


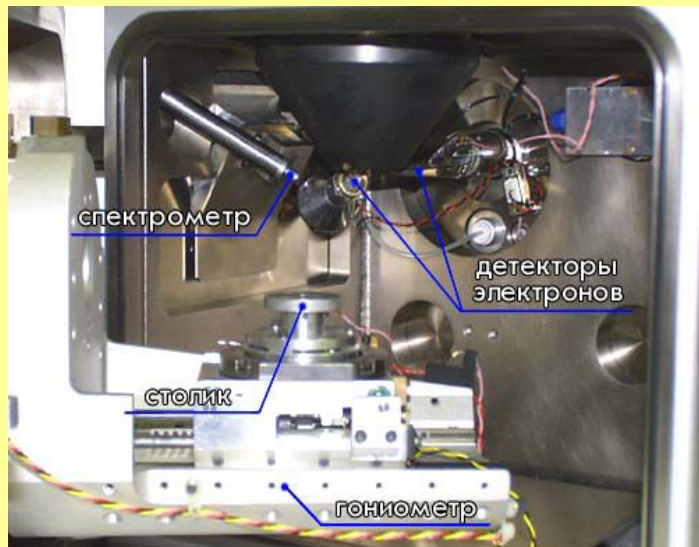
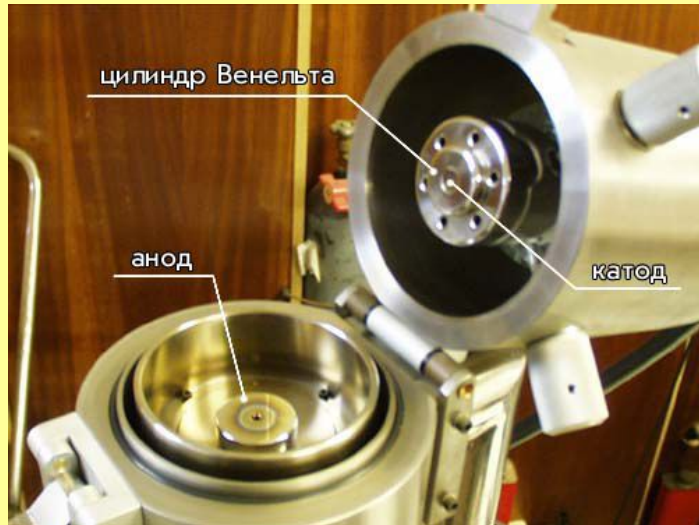
Схема работы электронного микроскопа



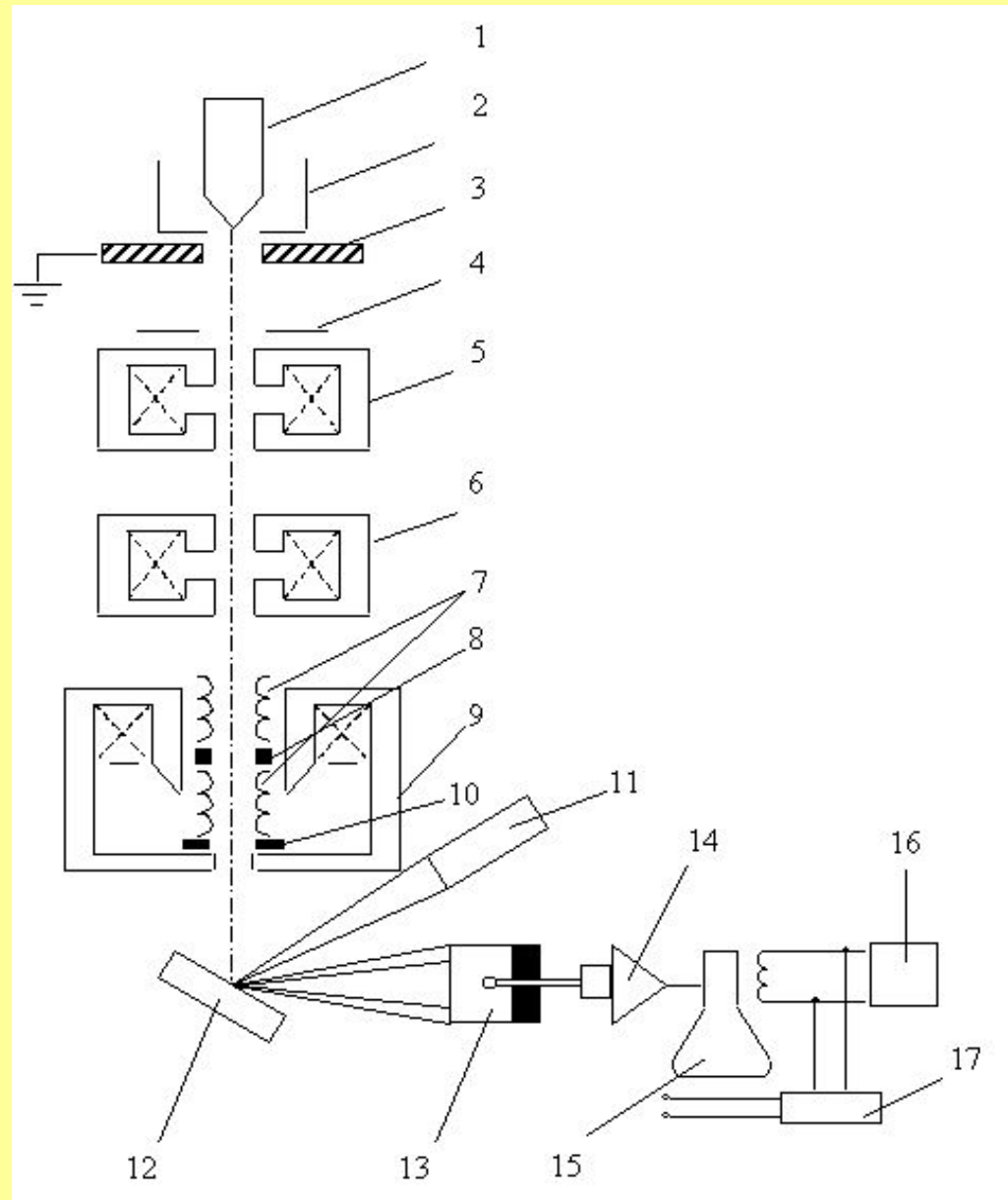
Виды электронных микроскопов

- Просвечивающий электронный микроскоп (ПЭМ)
- Растровый электронный микроскоп (РЭМ)
- Растровый просвечивающий электронный микроскоп (РТЭМ)
- Зеркальный [отражательный] электронный микроскоп (ЗЭМ)

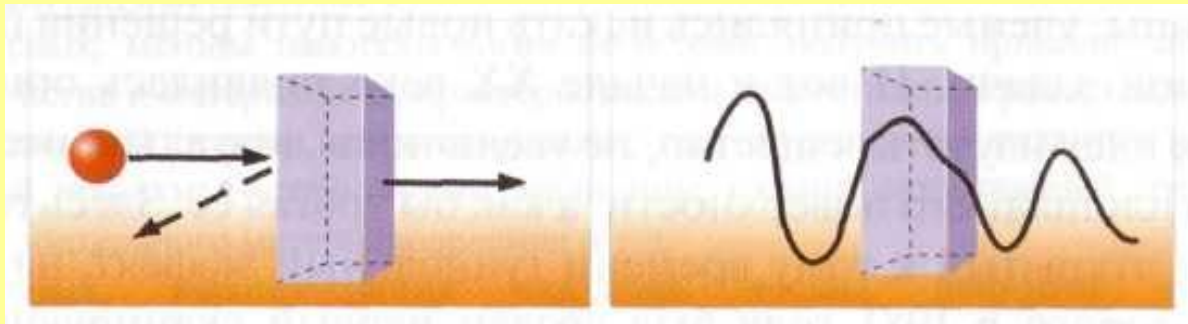
Общий вид электронного микроскопа



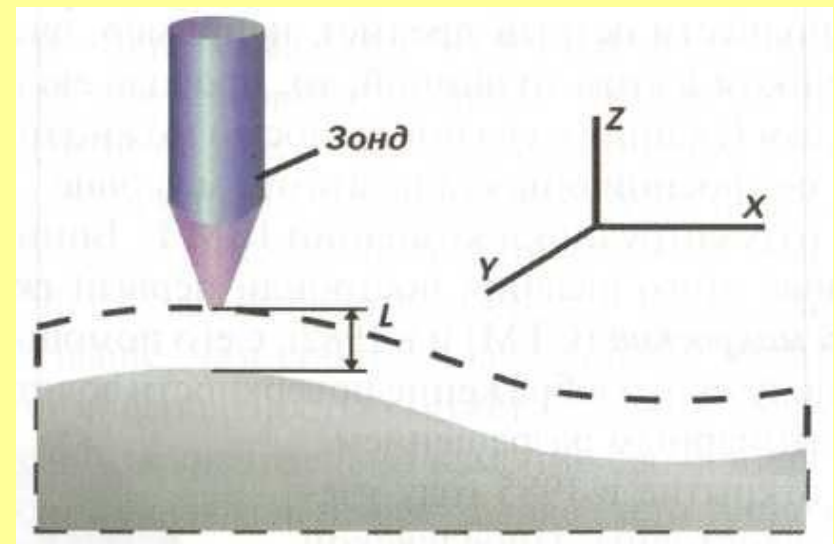
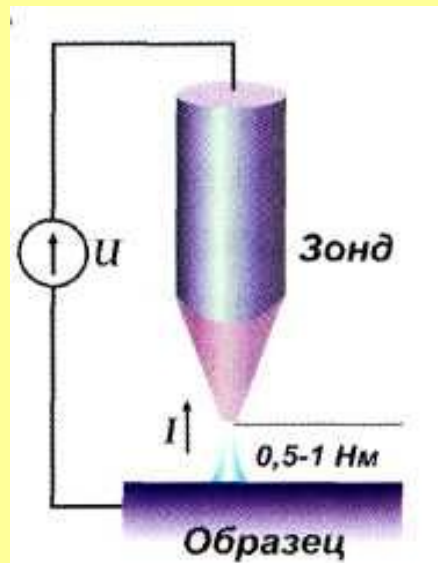
Принципиальная схема РЭМ



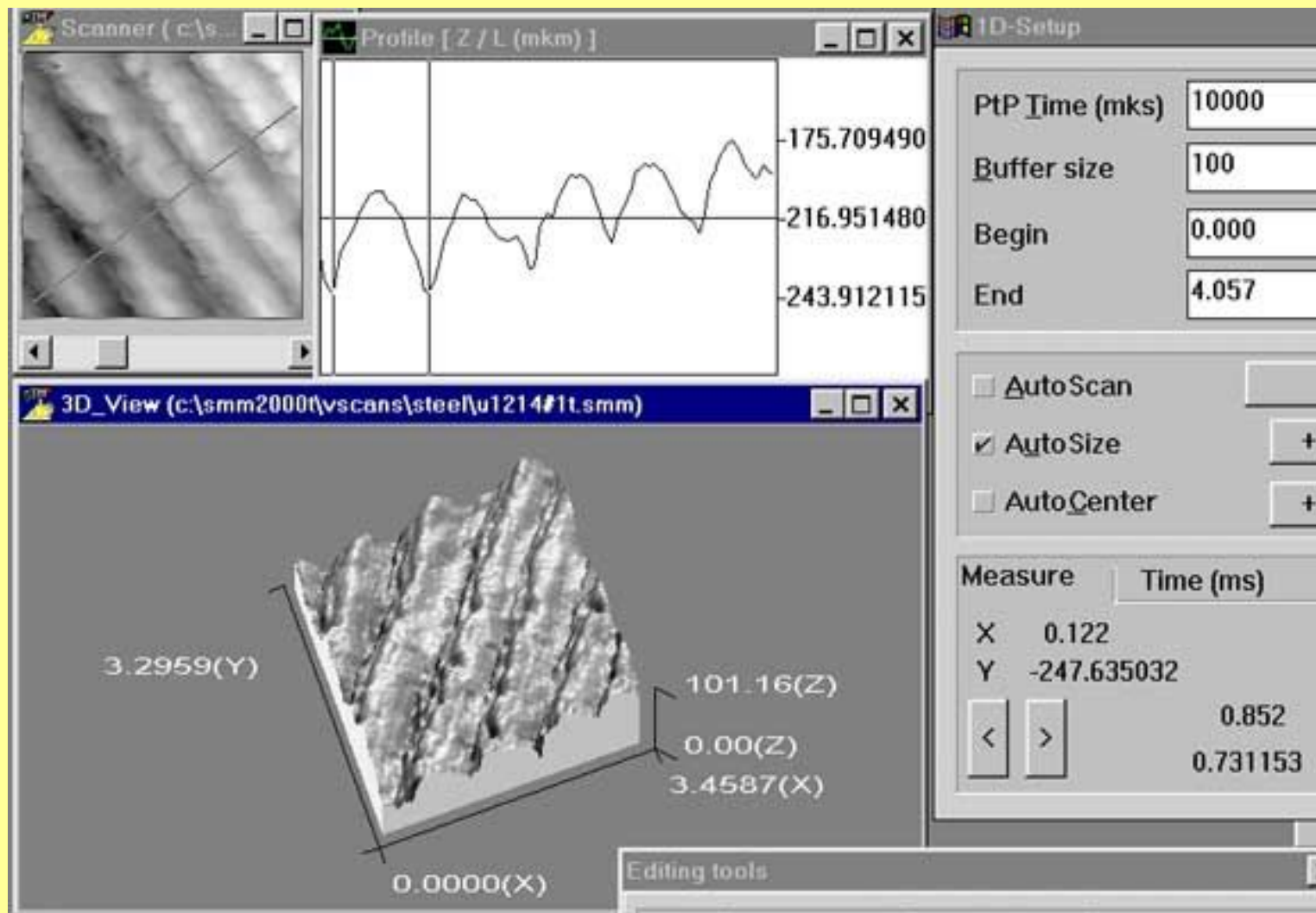
Туннельный эффект



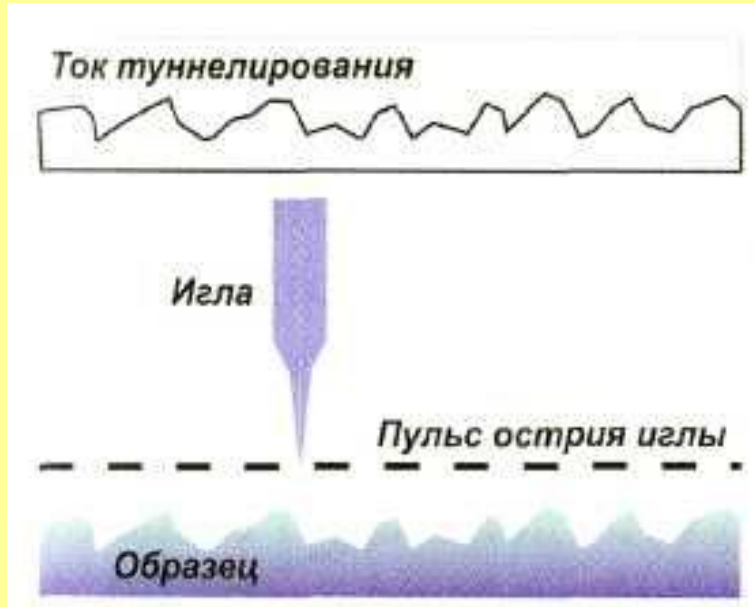
Принцип действия сканирующего туннельного микроскопа (СТМ)



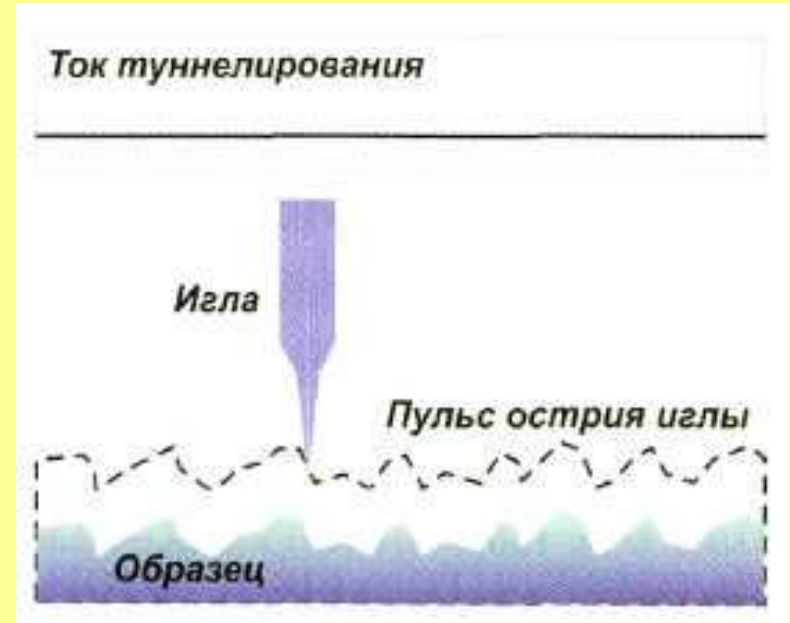
Программное обеспечение СТМ



Режимы работы СТМ

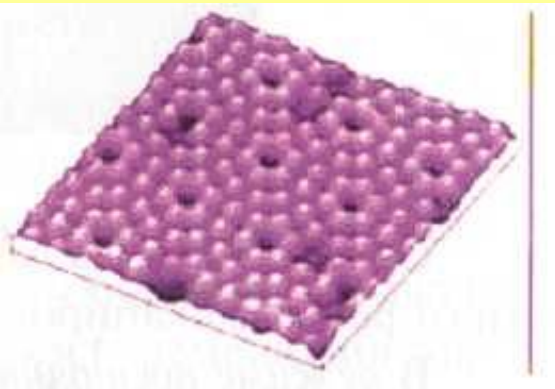


Режим постоянной
высоты

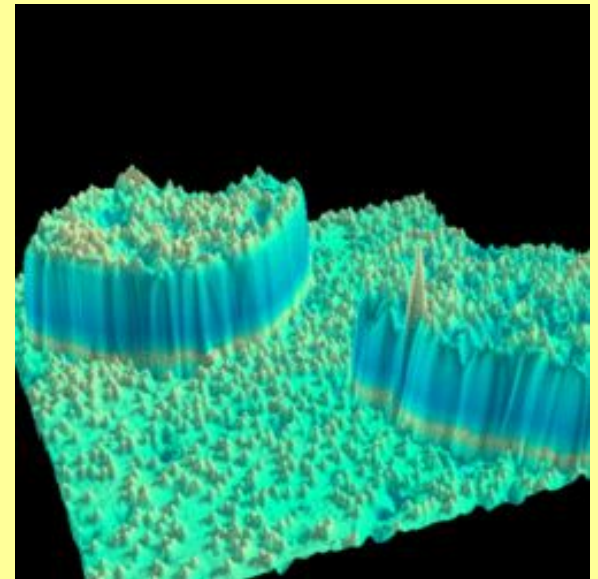


Режим постоянного
тока

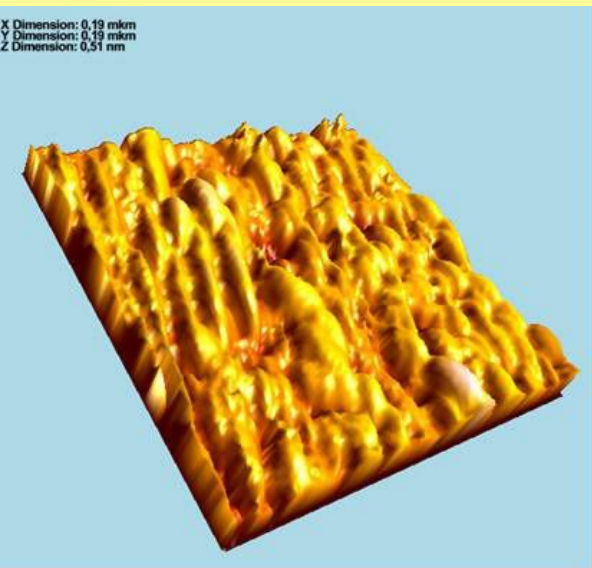
СТМ СНИМКИ



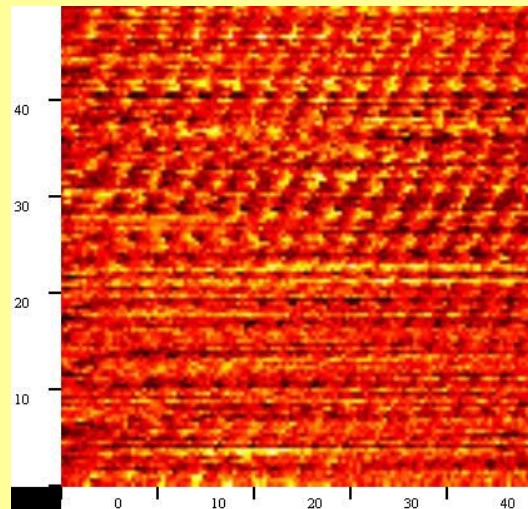
Поверхность
монокристаллического
кремния



Снимок примесей
замещения Cr
(небольшие
выпуклости) на
поверхности Fe



Золото на слюде
0,19x0,19 мкм



Атомарная решетка
высокоориентированного
графита

Принцип действия атомного силового микроскопа (АСМ)



Зависимость силы межатомного взаимодействия от расстояния между острием и образцом

Принцип работы АСМ

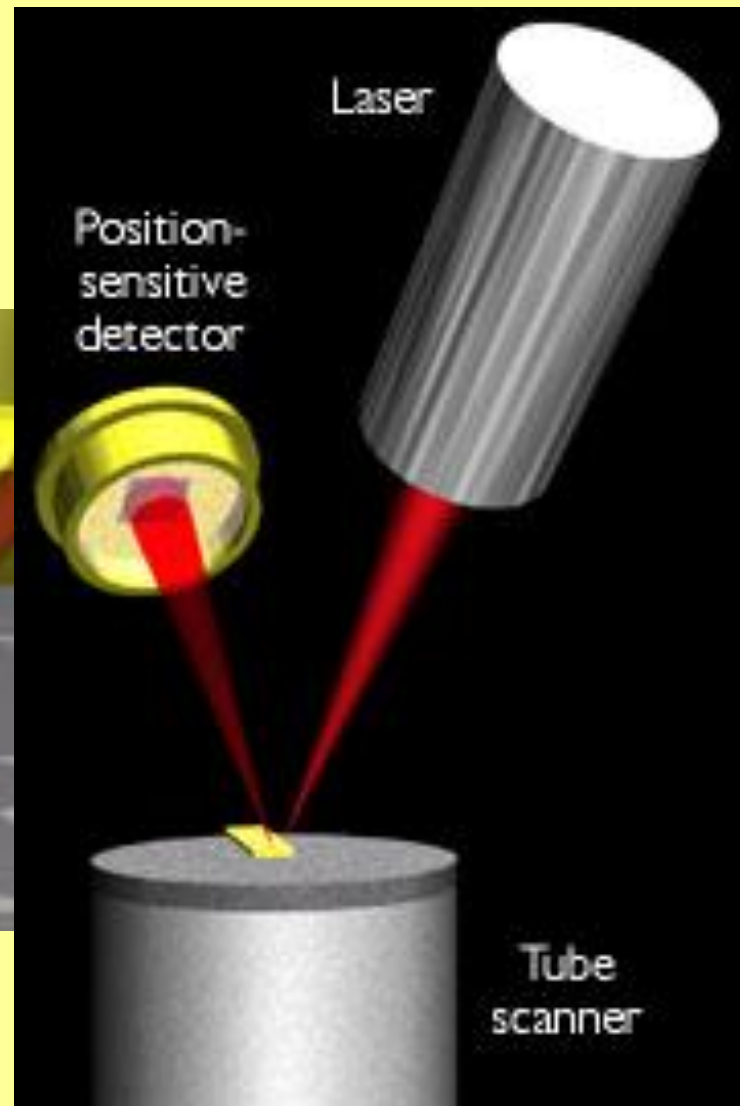
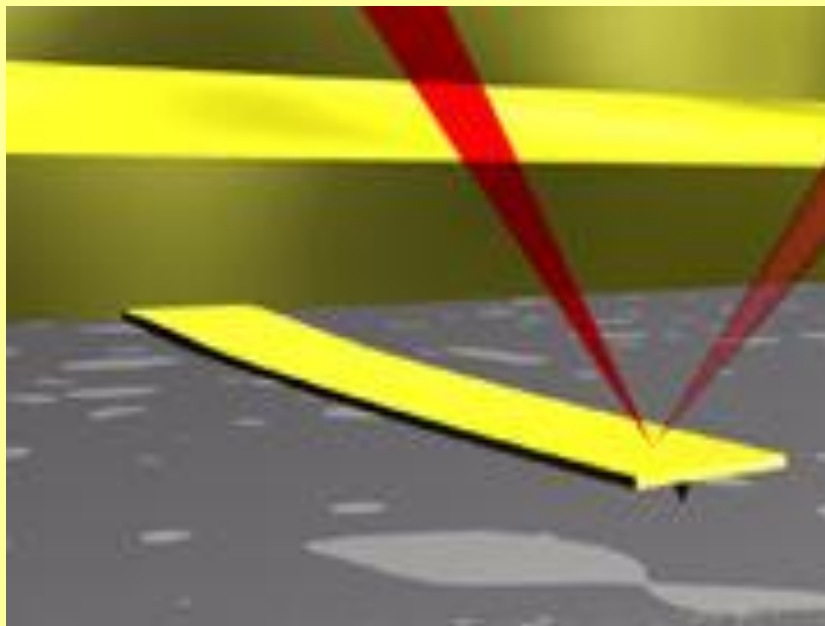
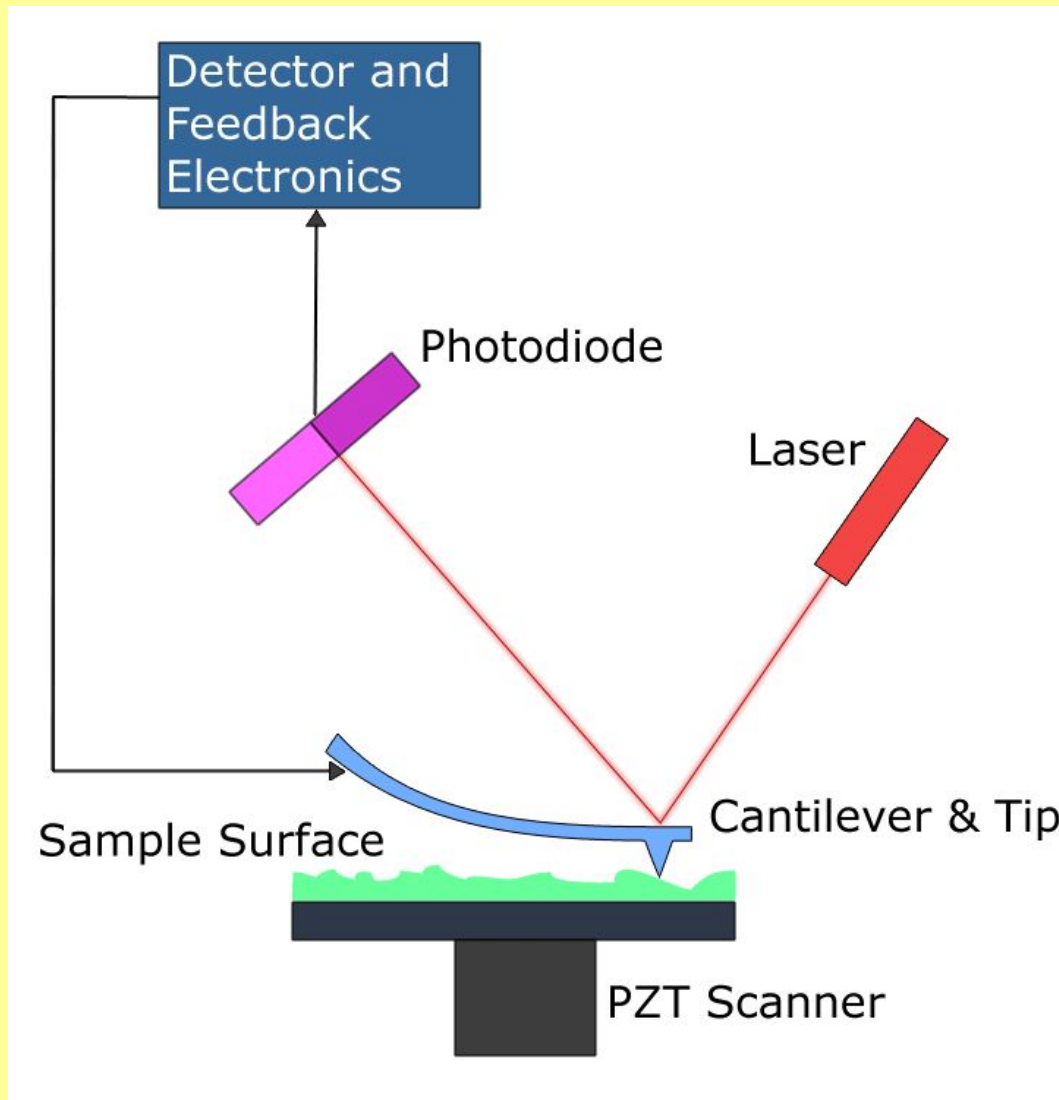
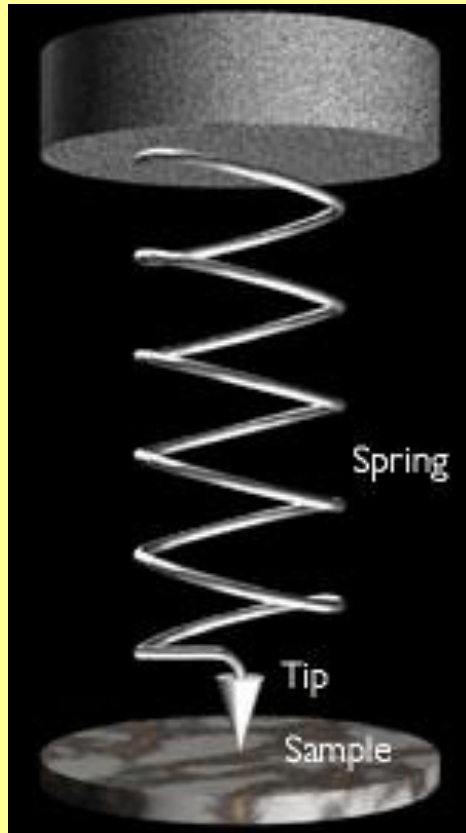


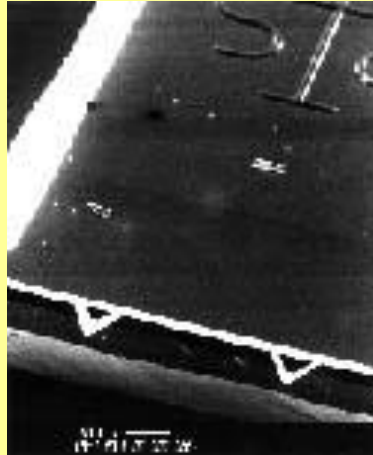
Схема работы АСМ



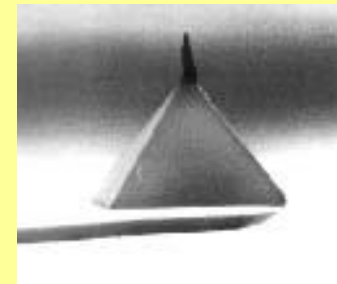
Рабочие части АСМ



Схематичное изображение конструкции АСМ с кантилевером в виде цилиндрической пружины

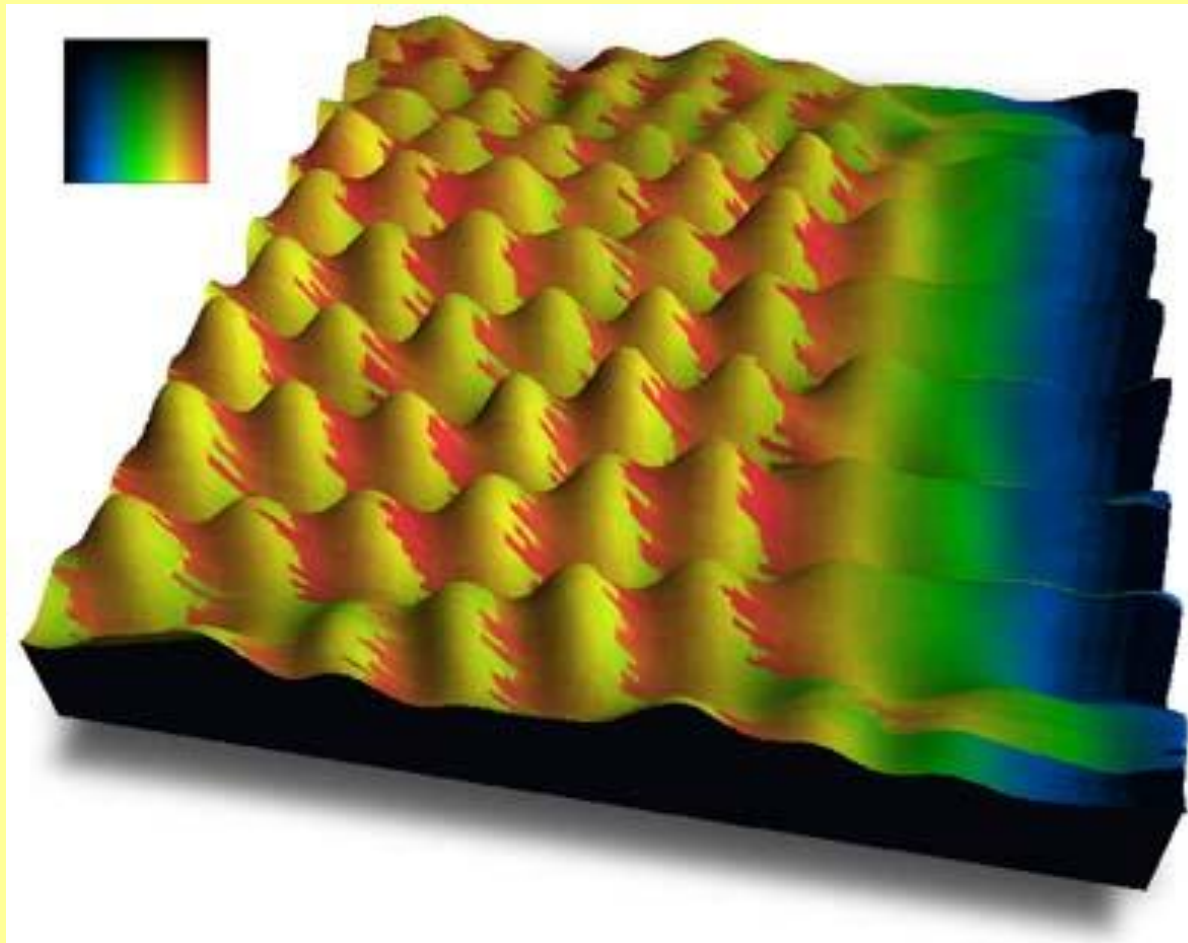


Электронный микроснимок двух V-образных кантилеверов длиной 100 мкм



Три вида игл (каждая высотой 3 мкм)

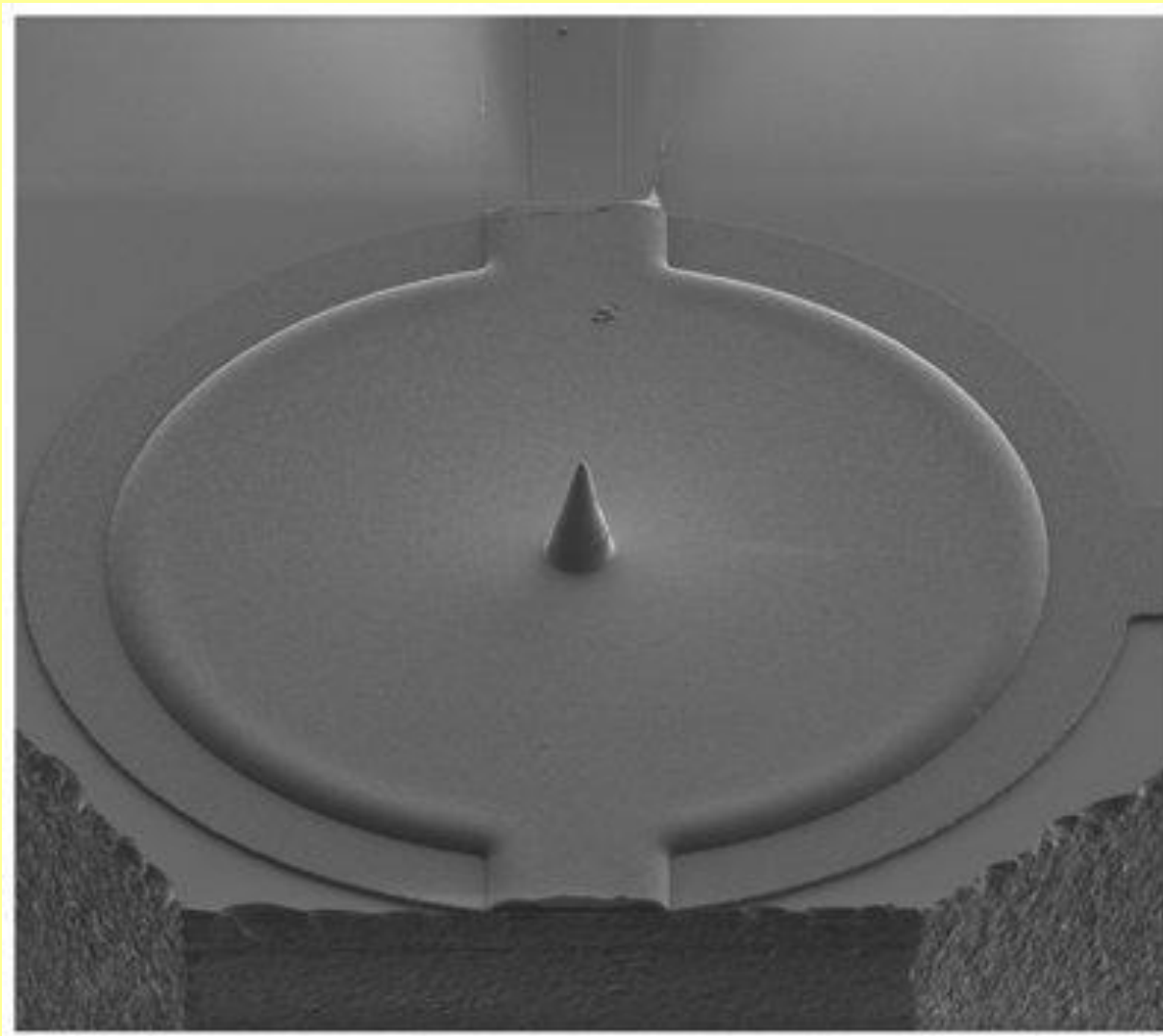
Комбинированный фрикционный и рельефный снимок атомов графита



Размер участка – 2,5x2,5 нм.

Выпуклости отражают рельеф поверхности, а цвет – силы трения. Сканирование проводилось справа налево

ЗОНД *FIRAT*



СКАНЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ С ПОМОЩЬЮ НОВОГО МИКРОСКОПА

