

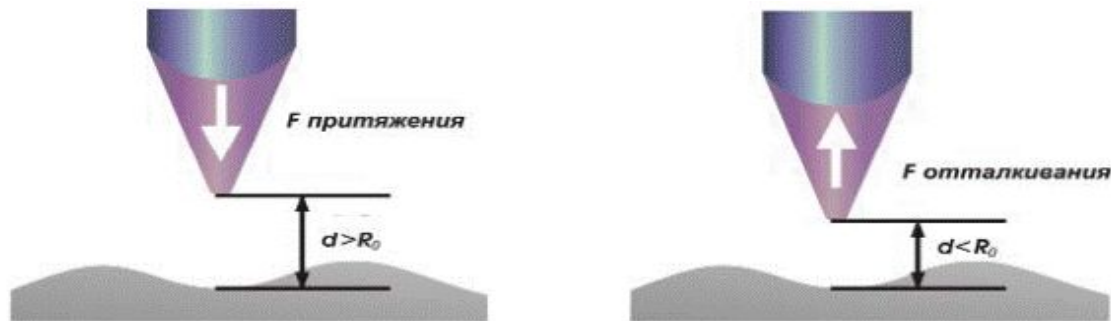
Презентация на тему:  
«АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОП»



# Атомно-силовой микроскоп

Атомно-силовая микроскопия — вид зондовой микроскопии, в основе которого лежит силовое взаимодействие атомов (строго говоря обменное взаимодействие атомов зонда и исследуемого образца).

- \* Атомно-силовой микроскоп (АСМ, англ. AFM – atomic-force microscope) - сканирующий зондовый микроскоп высокого разрешения. Используется для определения рельефа поверхности с разрешением от десятков ангстрем вплоть до атомарного.
- \* В отличие от сканирующего туннельного микроскопа, с помощью атомно-силового микроскопа можно исследовать как проводящие, так и непроводящие поверхности.

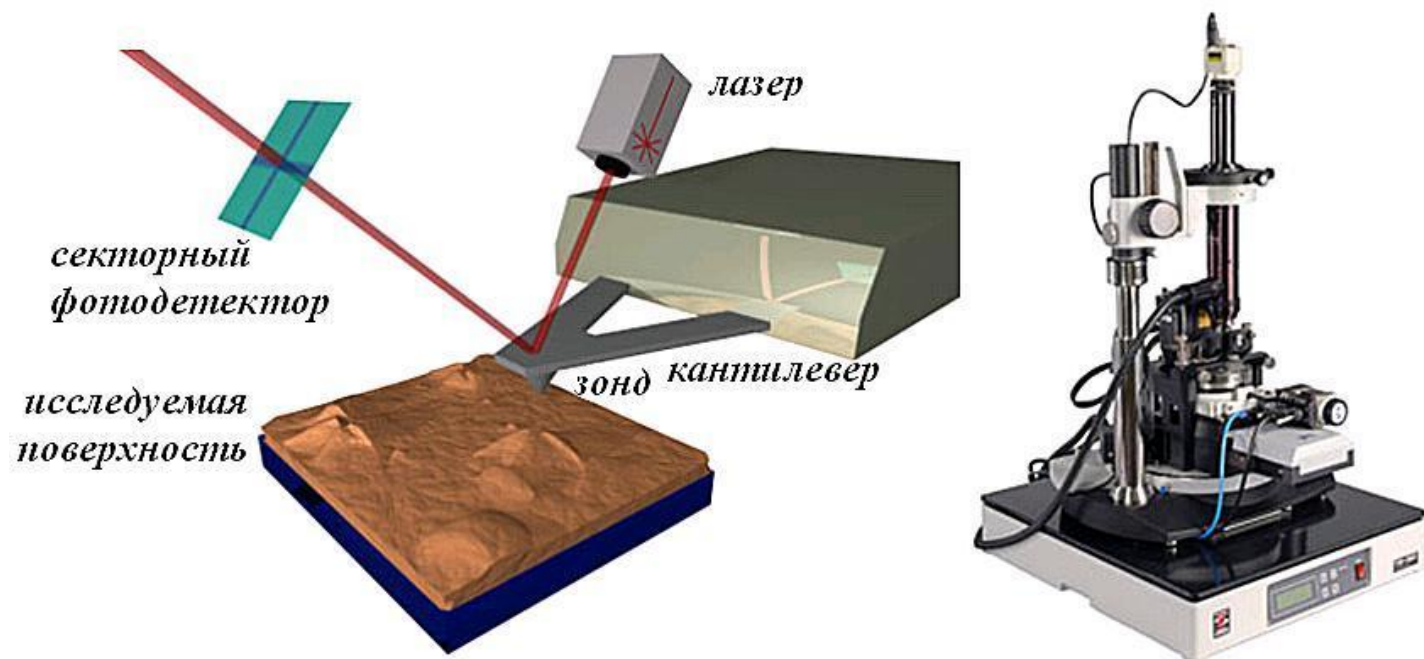


# История изобретения АСМ

- \* В 1982 году (момент опубликования в *Phys. Rev. Lett.*) Генрихом Рорером и Гердом Биннигом был открыт метода сканирующей туннельной микроскопии.
- \* В 1986 году Гердом Биннигом, Кельвином Куэйтом и Кристофером Гербером в США, был изобретен первый атомно-силовой микроскоп.



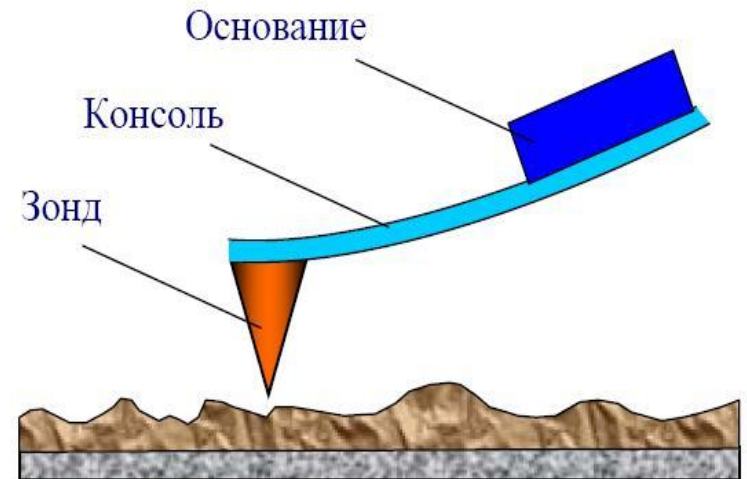
# Конструкция АСМ



**Рис.1.** Принципиальная схема и общий вид атомно-силового микроскопа (НТ-МДТ).

# Основные технические сложности при создании микроскопа:

- \* Создание иглы, заострённой действительно до атомных размеров.
- \* Обеспечение механической (в том числе тепловой и вибрационной) стабильности на уровне лучше 0,1 ангстрема.
- \* Создание детектора, способного надёжно фиксировать столь малые перемещения.
- \* Создание системы развёртки с шагом в доли ангстрема.
- \* Обеспечение плавного сближения иглы с поверхностью.

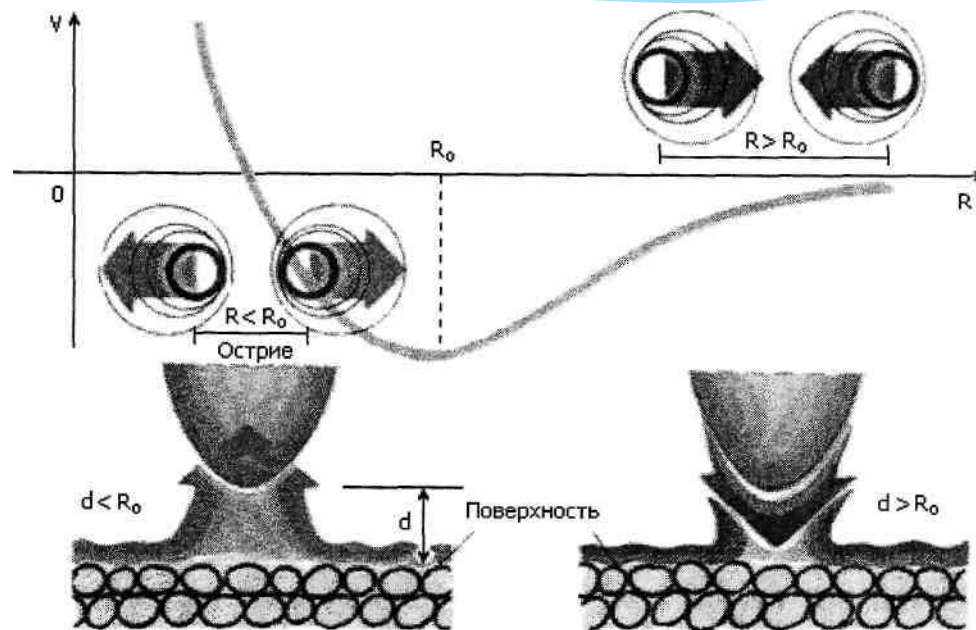
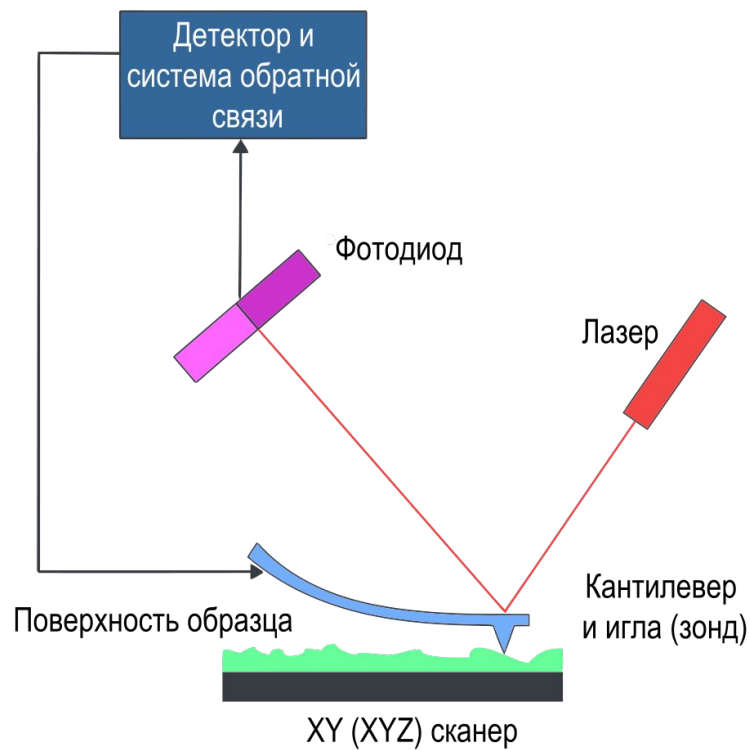


# Принцип работы АСМ

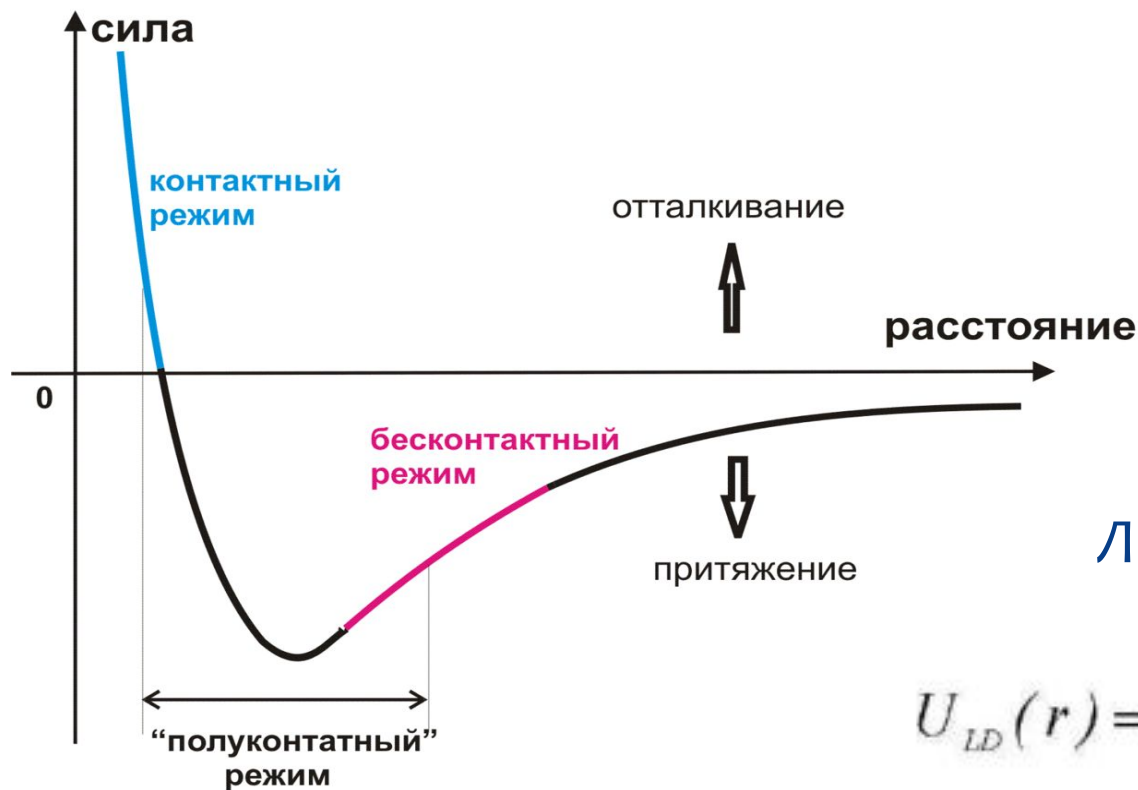
На расстоянии около одного ангстрема между атомами образца и атомом зонда (кантилевера) возникают силы отталкивания, а на больших расстояниях - силы притяжения.

Идея устройства очень проста - кантилевер, перемещаясь относительно поверхности и реагируя на силовое взаимодействие, регистрирует ее рельеф

# Принцип работы АСМ



- \* Под силами, действующими между зондом и образцом, в первую очередь подразумевают дальнодействующие силы Ван-дер-Ваальса, которые сначала являются силами притяжения, а при дальнейшем сближении переходят в силы отталкивания.



Потенциал  
Леннарда-Джонсона

$$U_{LD}(r) = U_0 \left\{ -2 \left( \frac{r_0}{r} \right)^6 + \left( \frac{r_0}{r} \right)^{12} \right\}$$



# Режимы работы

В зависимости от расстояний от иглы до образца возможны следующие режимы работы атомно-силового микроскопа:

- контактный режим (contact mode);
- бесконтактный режим (non-contact mode);
- полуконтактный режим (tapping mode).

# Преимущества и недостатки АСМ

## Преимущества:

- \* Атомно-силовая микроскопия позволяет получить истинно трёхмерный рельеф поверхности;
- \* Изучаемая поверхность не требует нанесения проводящего металлического покрытия, которое часто приводит к заметной деформации поверхности.
- \* большинство режимов атомно-силовой микроскопии могут быть реализованы на воздухе или даже в жидкости.

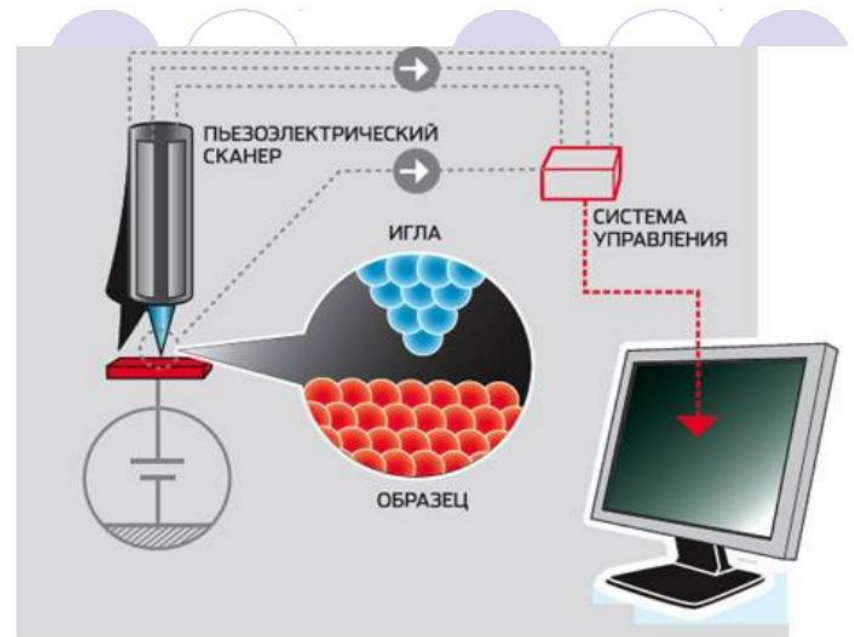


## Недостатки:

- \* Небольшой размер поля сканирования.;
- \* Низкая скорость сканирования поверхности, по сравнению с электронным микроскопом;
- \* Нелинейность, гистерезис и ползучесть (крип) пьезокерамики сканера, являются причинами сильных искажения АСМ-изображений.

# Обработка полученной информации и восстановление полученных изображений

Снятое на сканирующем зондовом микроскопе изображение трудно поддается расшифровке из-за присущих данному методу искажений. Практически всегда результаты первоначального сканирования подвергаются математической обработке.



# ПРОИЗВОДИТЕЛИ АСМ В РОССИИ И СНГ В АЛФАВИТНОМ ПОРЯДКЕ

- \* ООО «АИСТ-НТ»
- \* ООО «Нано Скан Технология»
- \* «Микротестмашины», Беларусь
- \* ЗАО «Нанотехнология МДТ»
- \* ЗАО «Центр перспективных технологий»

