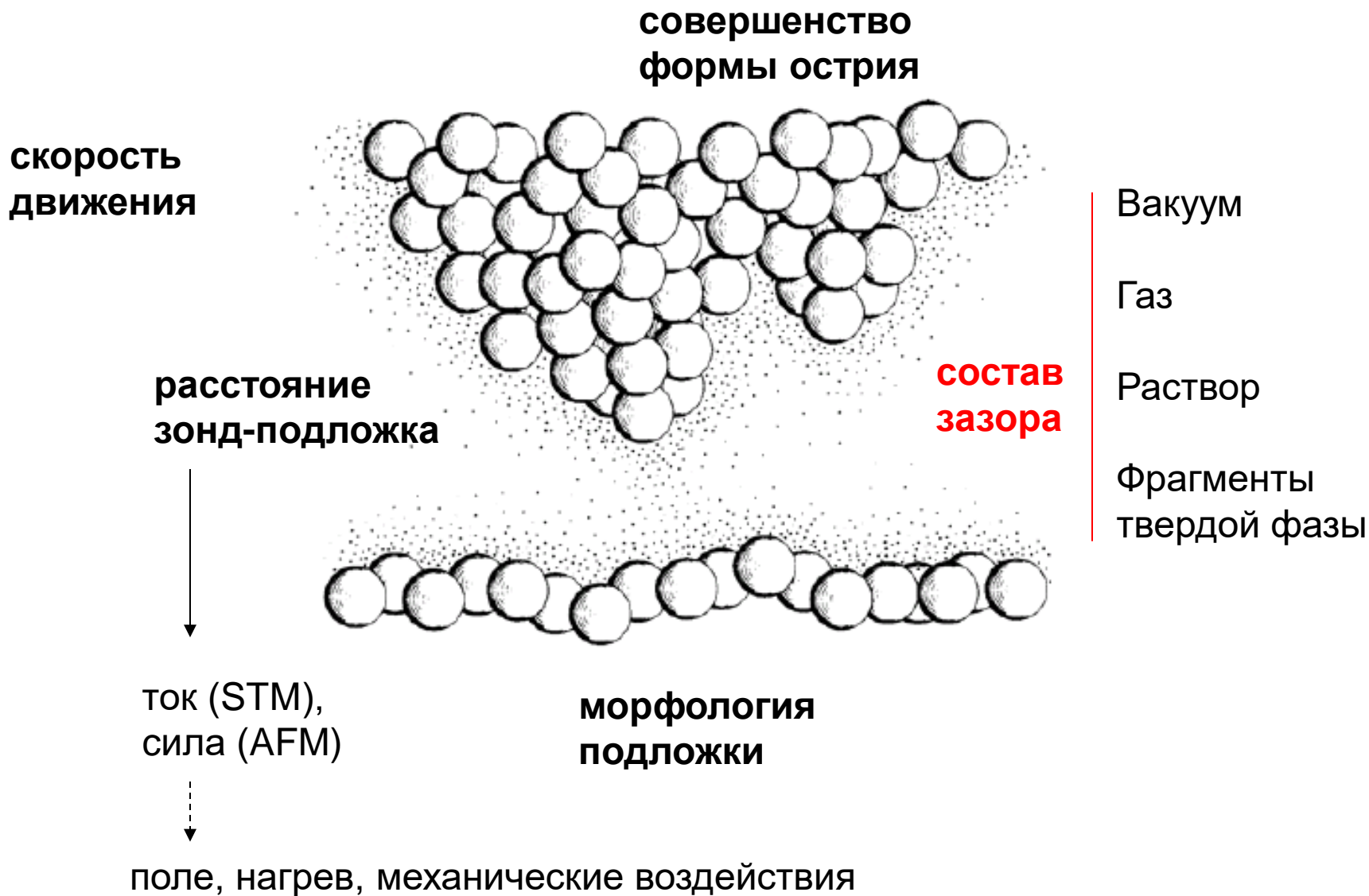


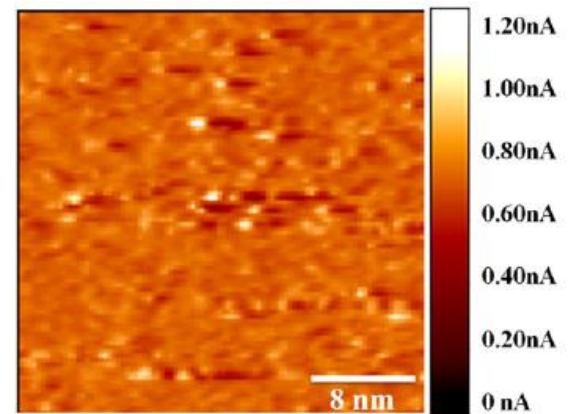
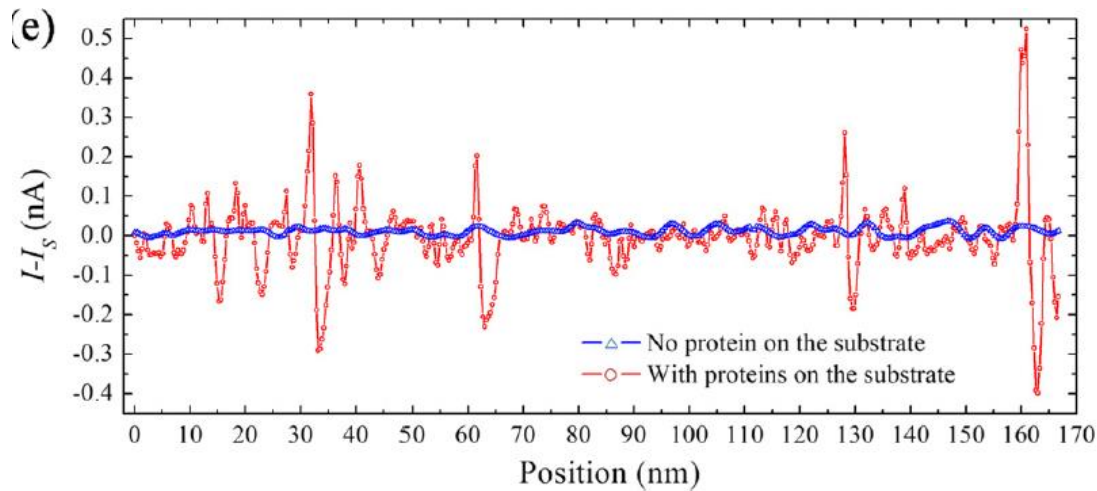
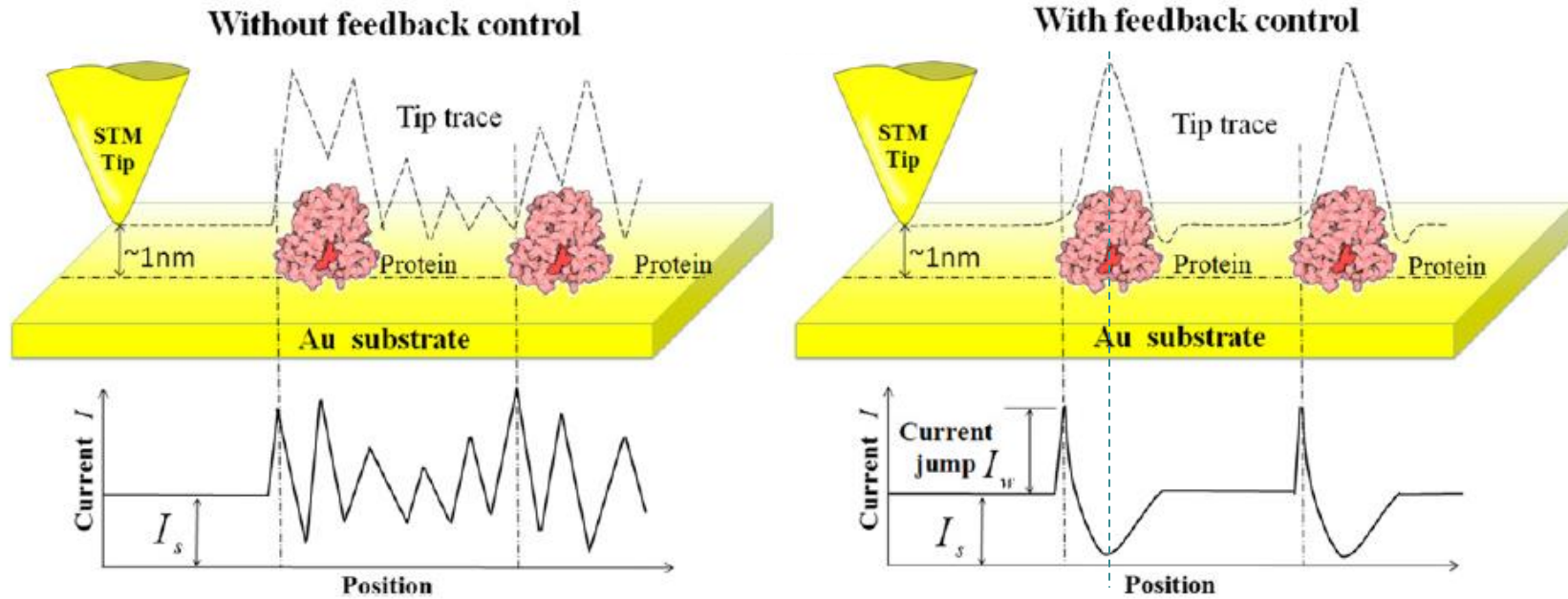
# In situ зондовые методы

- Общий принцип
- Искажения изображений
- Мокрые зазоры, изолированные зонды
- Примеры
- Зондовые технологии в электролите
- Модифицированные зонды

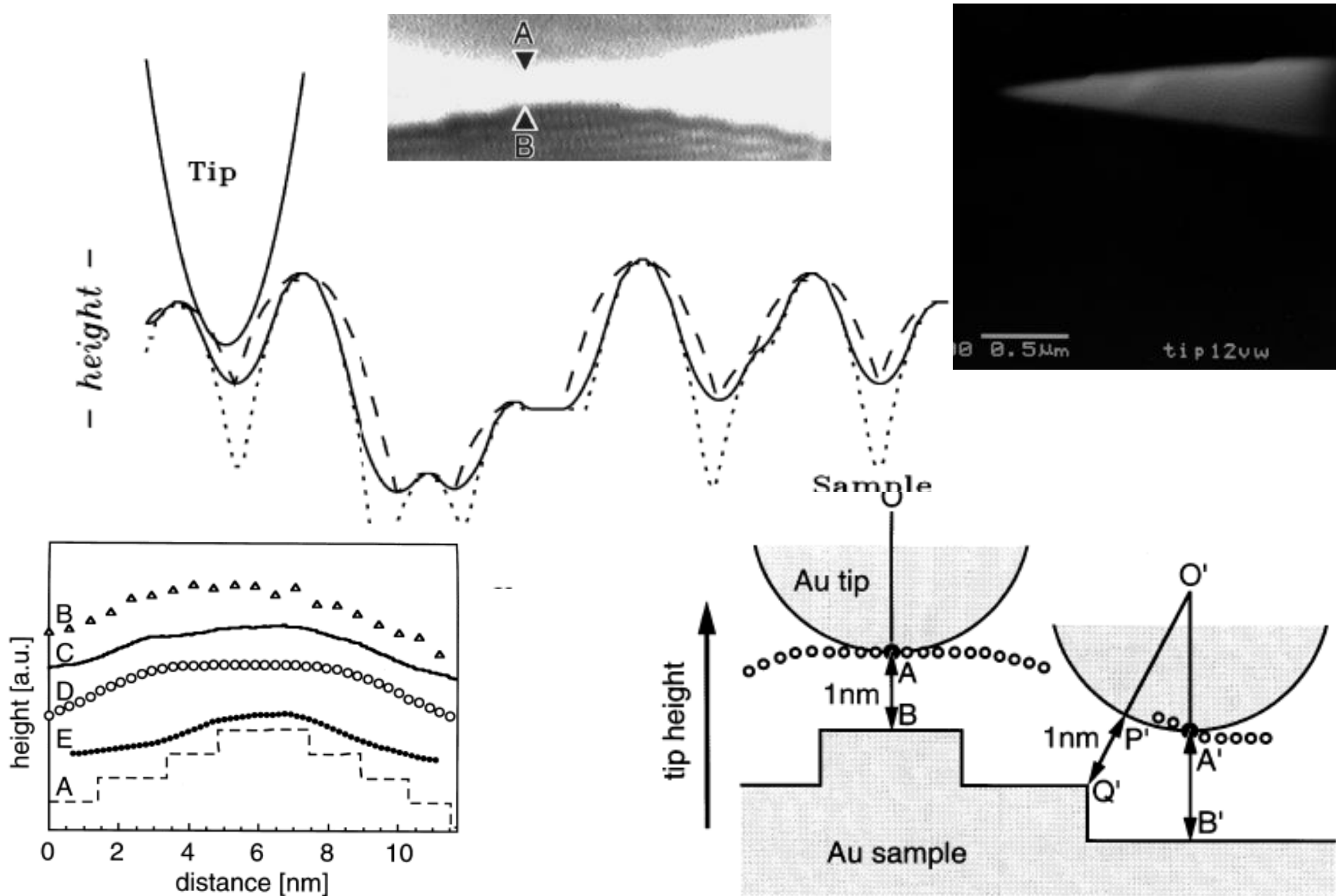
# Факторы, определяющие локальность



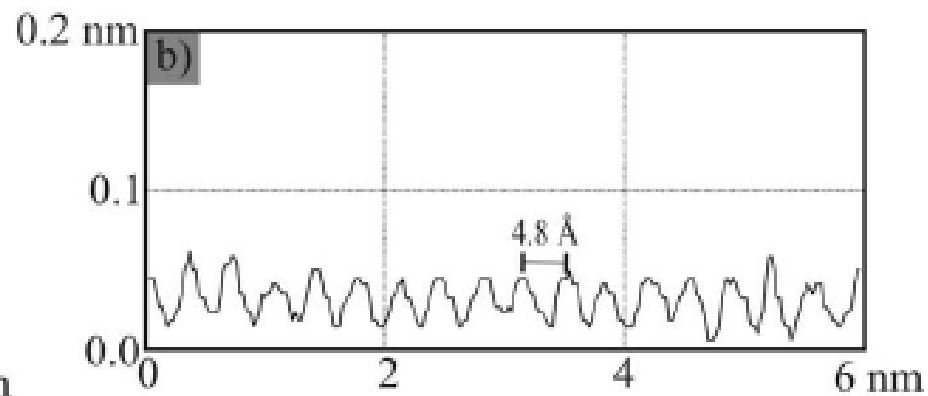
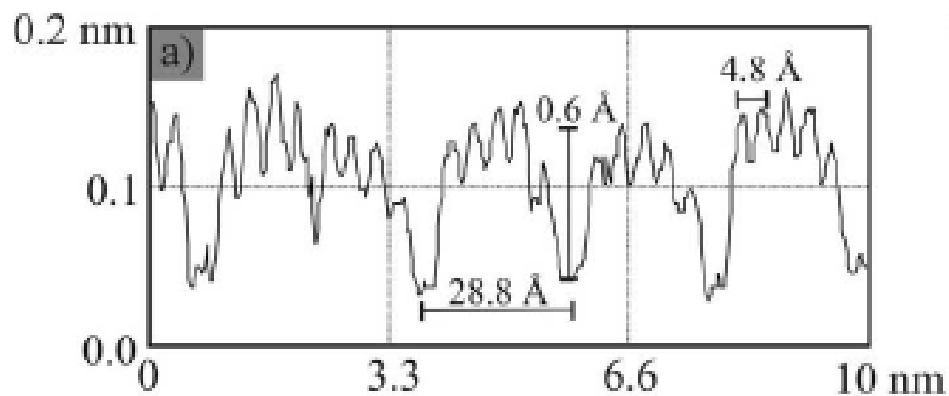
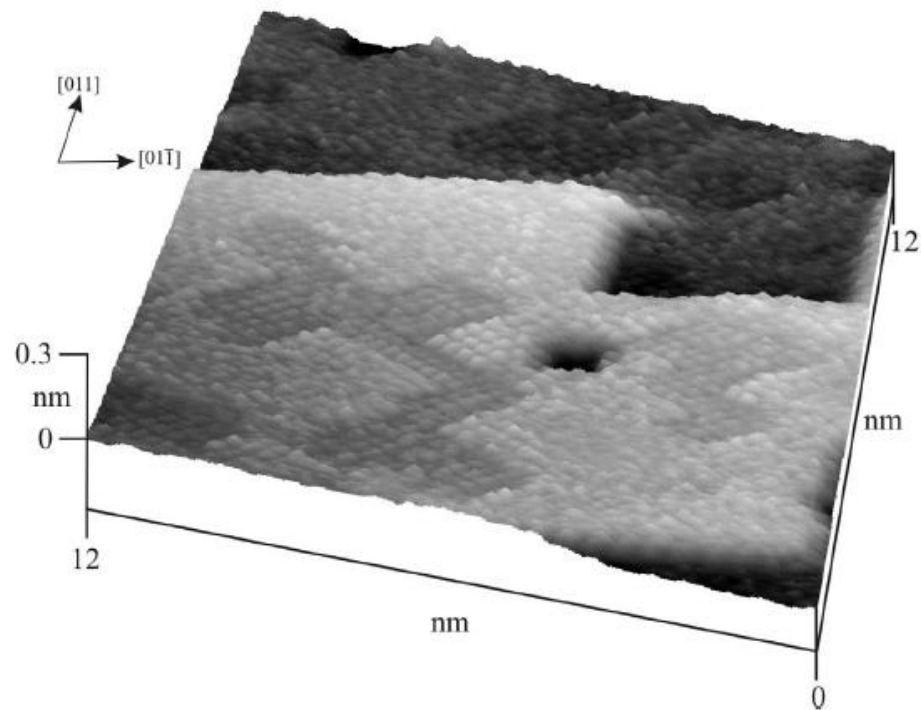
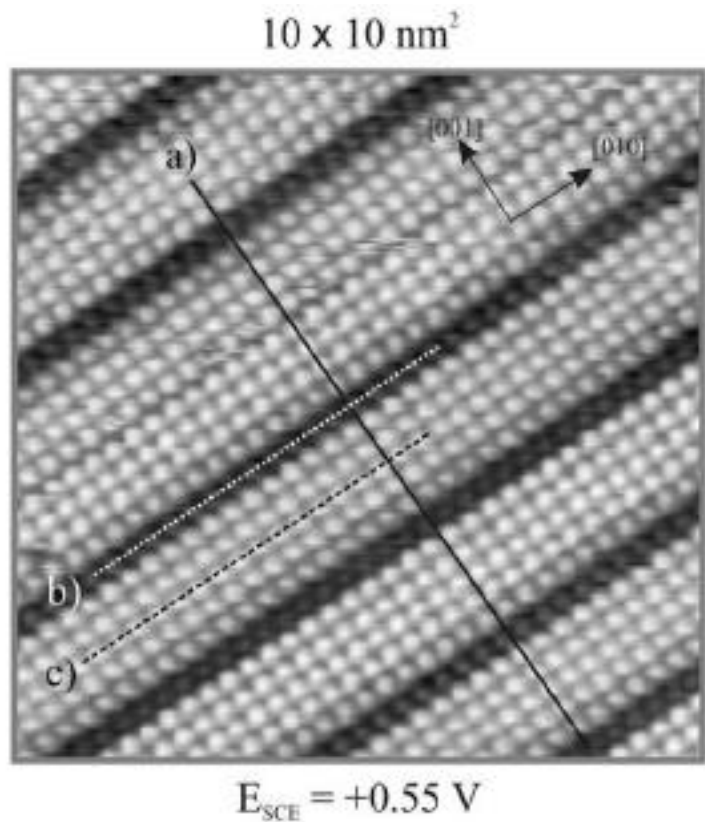
# Измерение локальной проводимости - бесконтактно



# Искажения изображений – неидеальность зонда

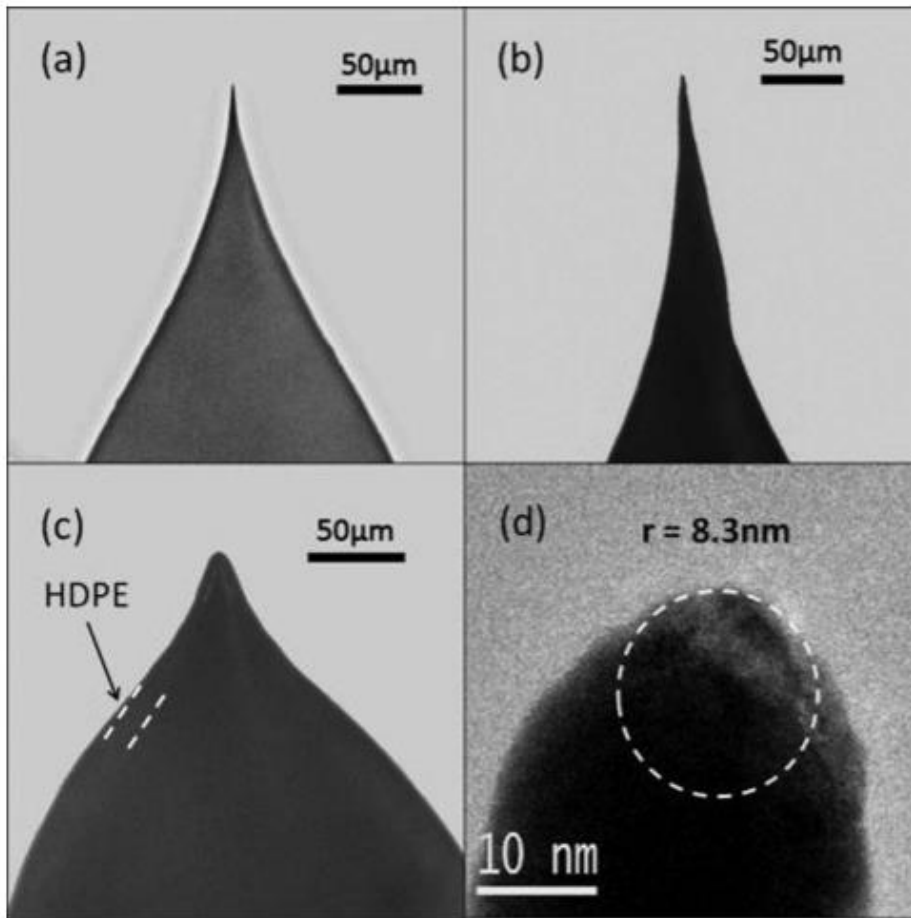


# Определение размеров объектов



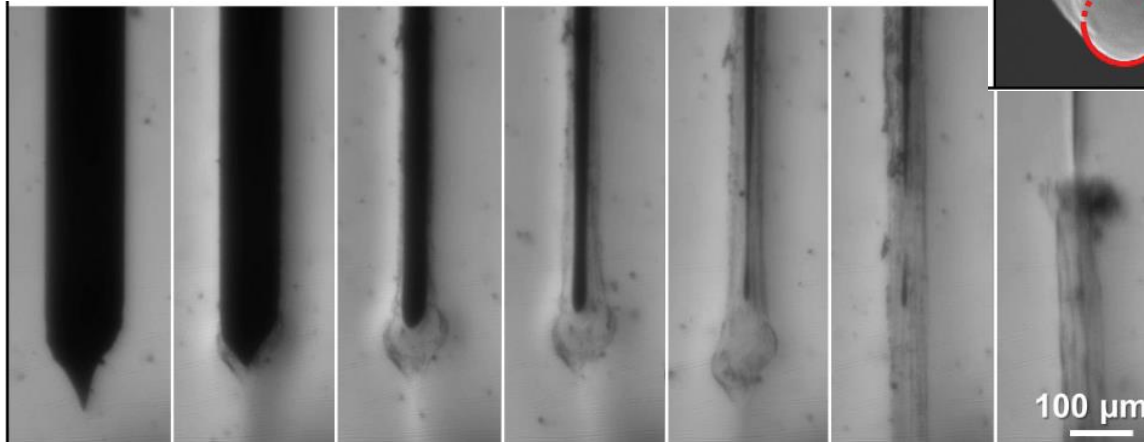
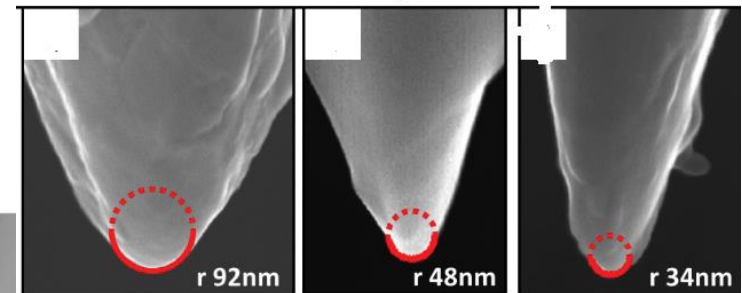
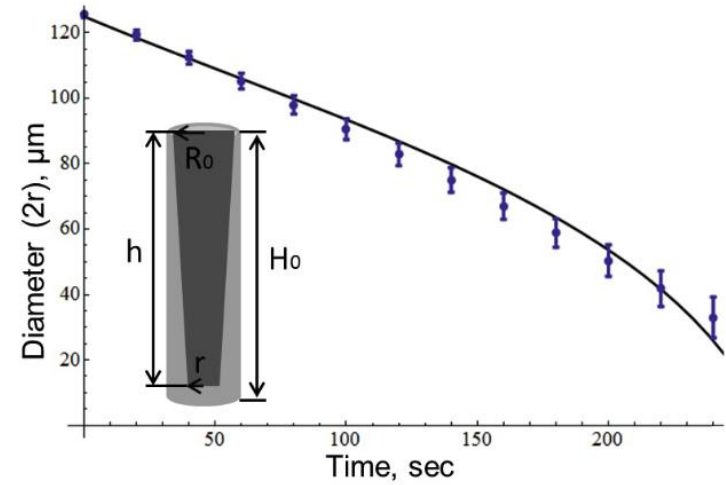
Этантиол/Au(100)

Surface Sci. 2001, 490, L627-L636

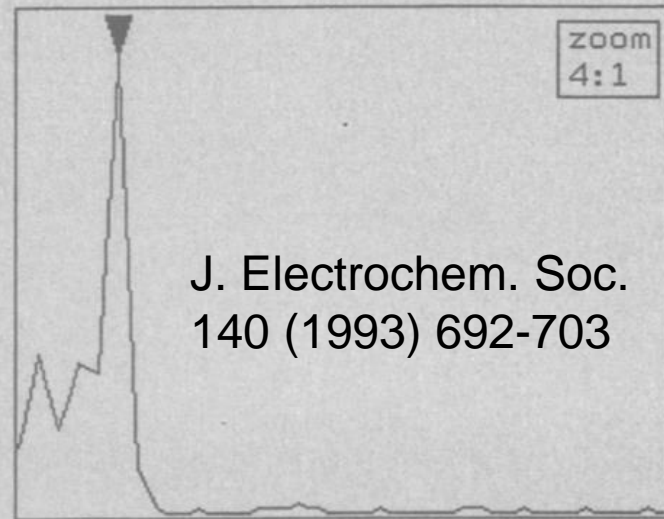
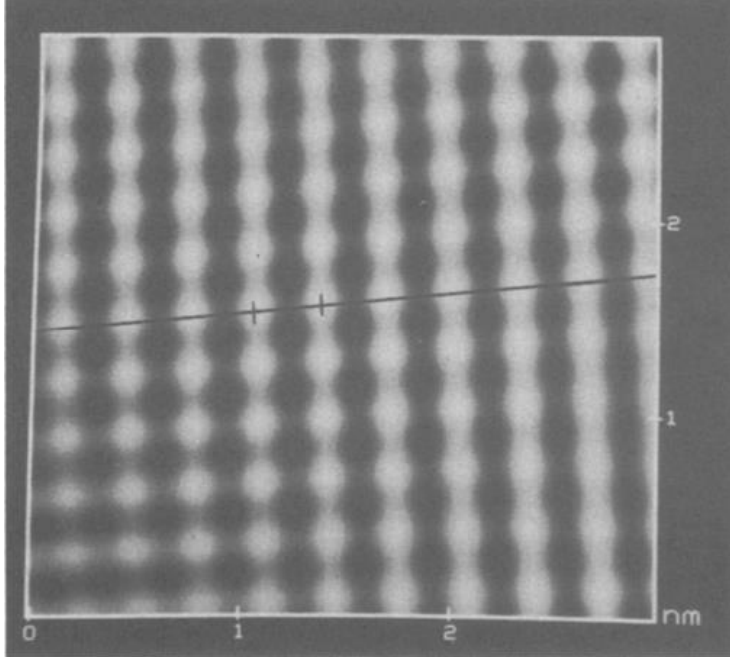


## Зонды, радиус кривизны.

Изоляция для электрохимического микроскопа.



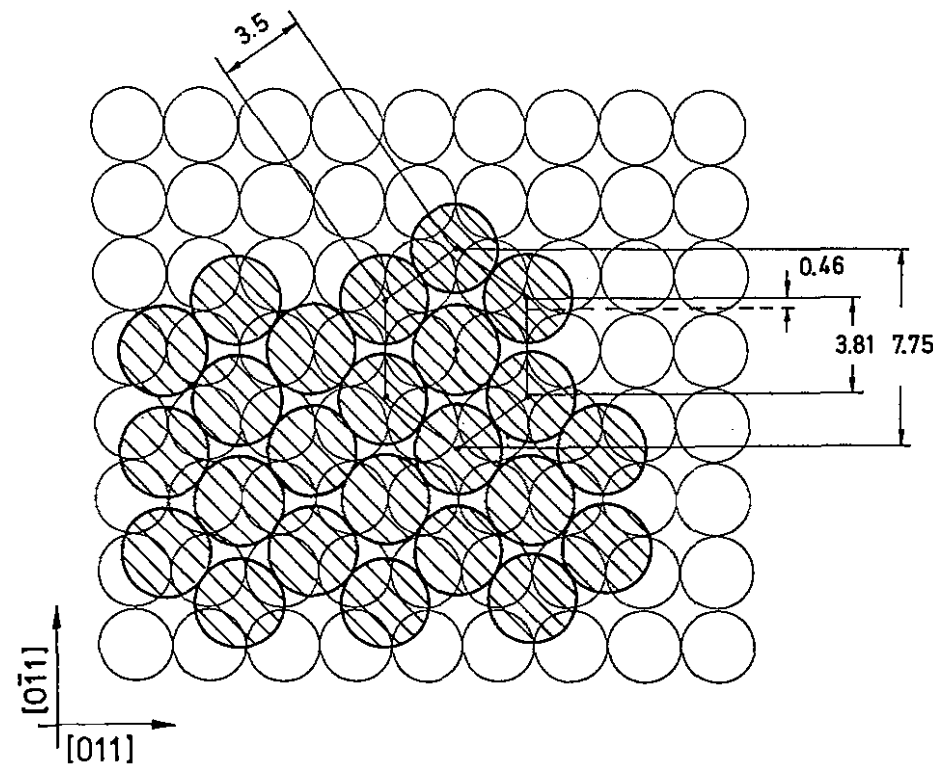
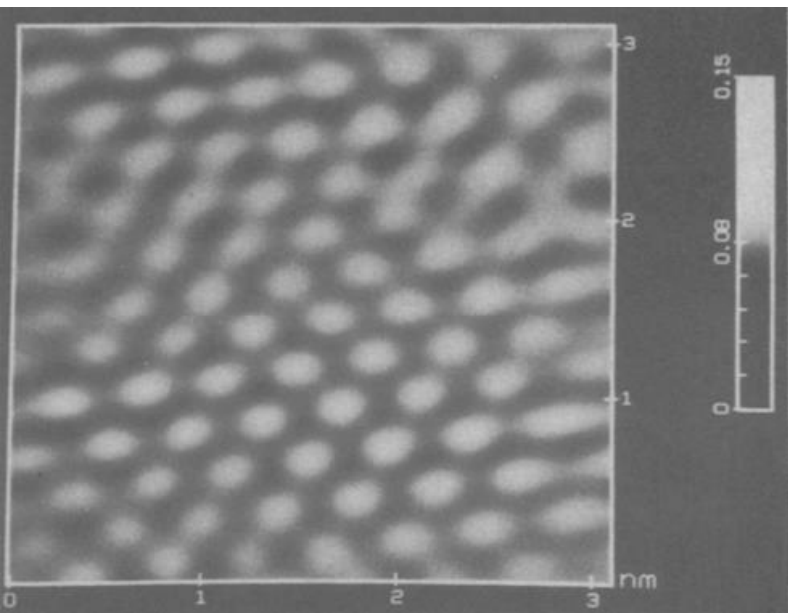
Травление вольфрамовых зондов: подкисление, образование вольфрамовой кислоты.



J. Electrochem. Soc.  
140 (1993) 692-703

Ag(100) ↑

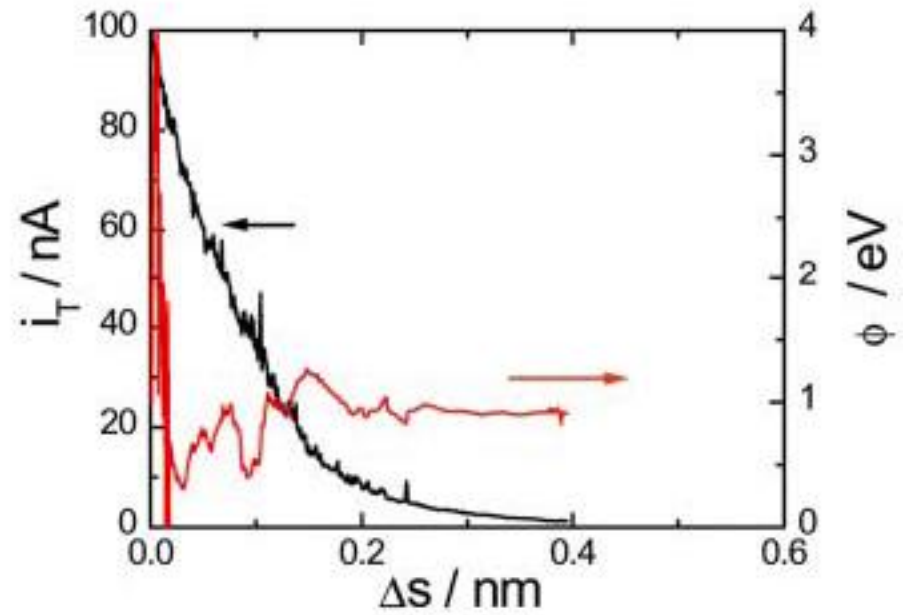
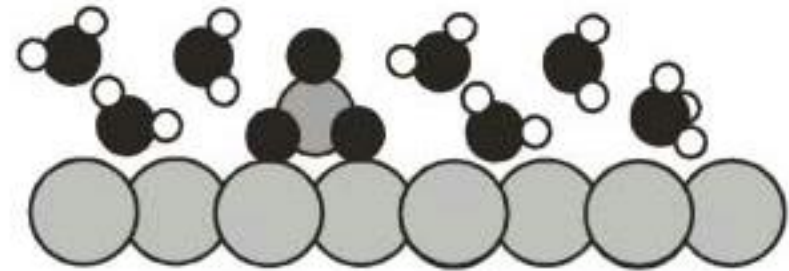
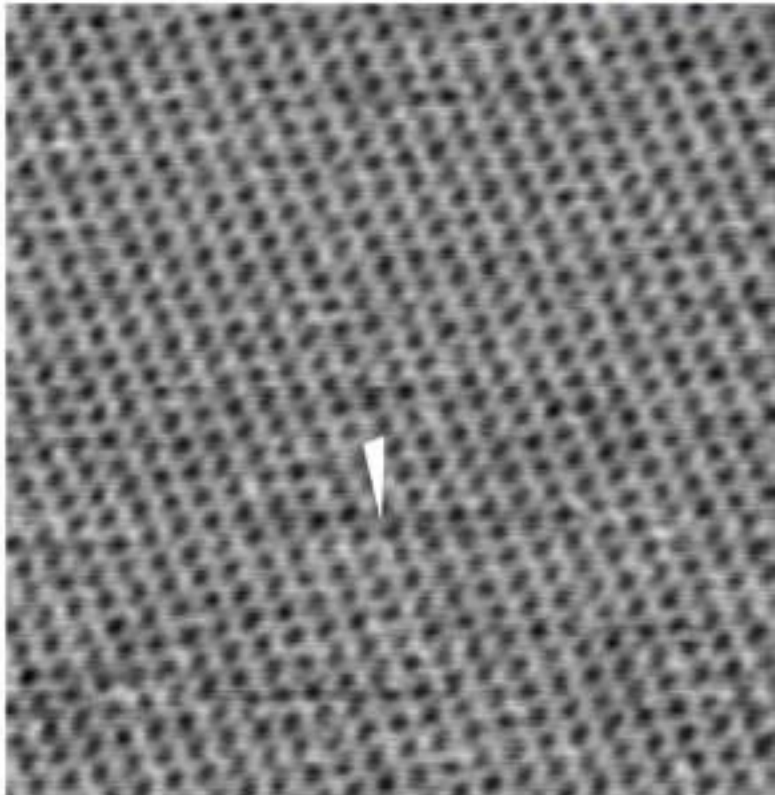
↓ Адатомы свинца



**Au(111)-(1x1)**

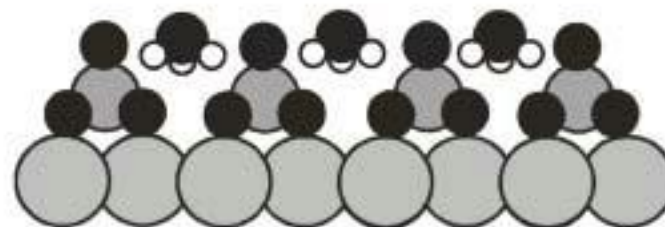
7 nm x 7 nm

$E = 0.5 \text{ V}$



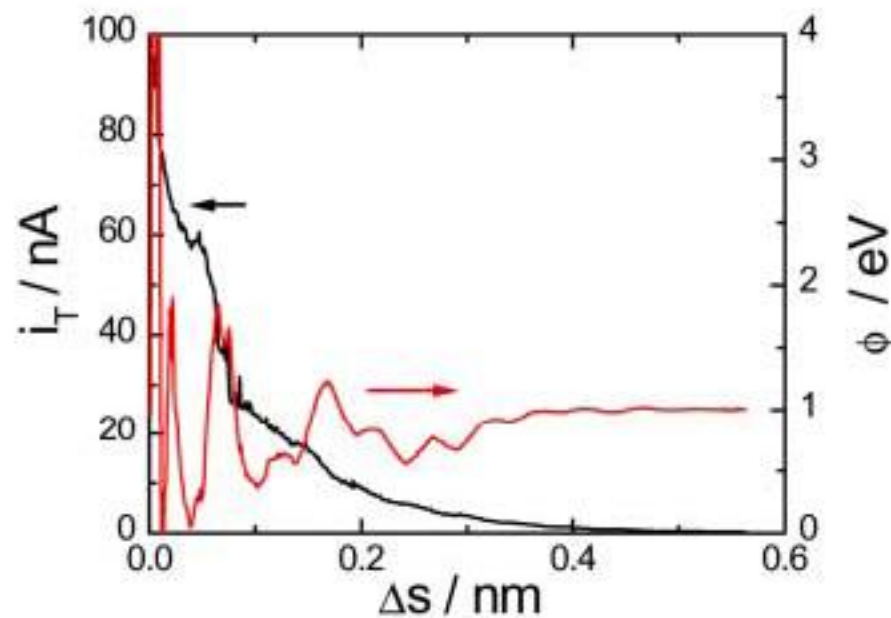
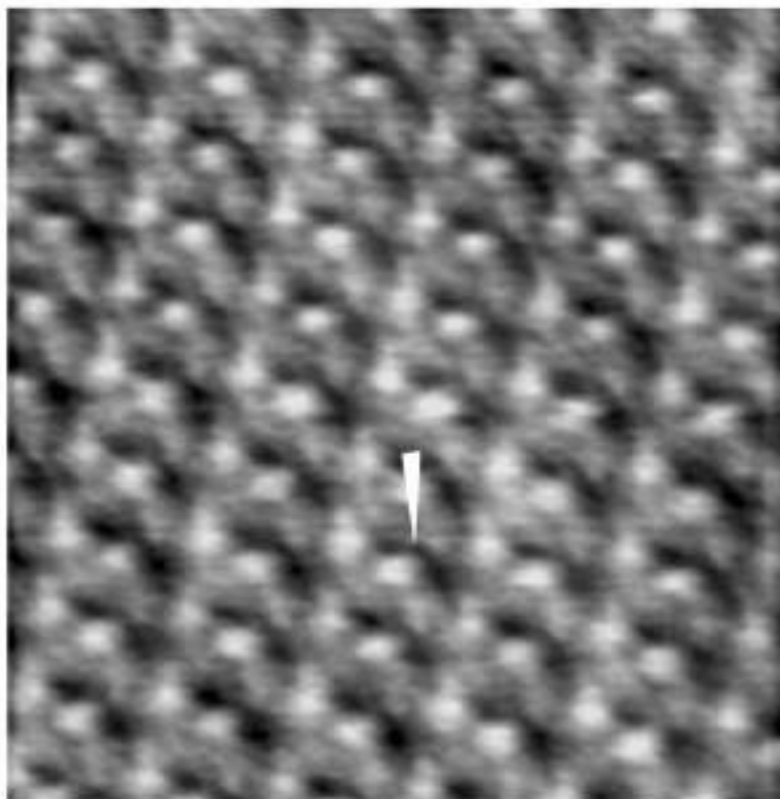


**Au(111)-(1x1) + ( $\sqrt{3} \times \sqrt{7}$ )  
sulphate adlayer**



7 nm x 7 nm

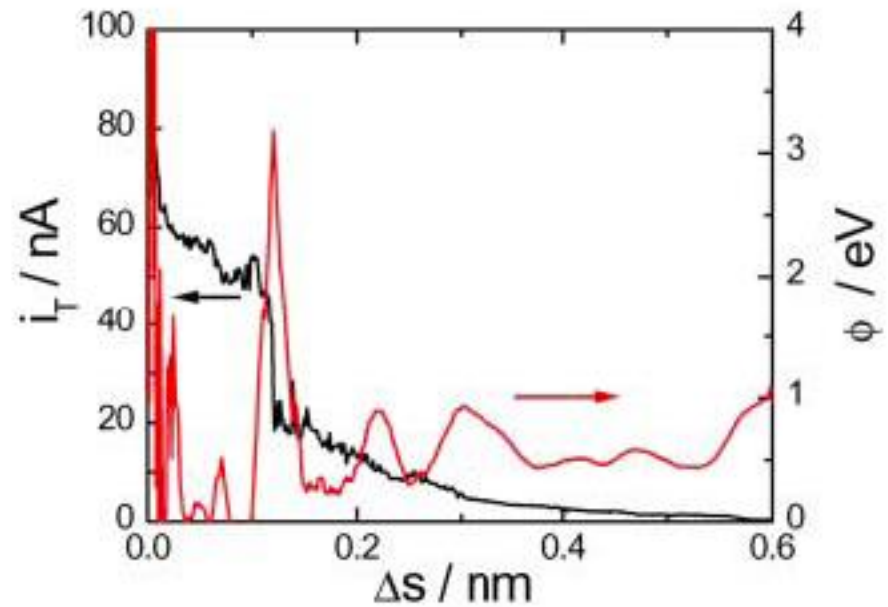
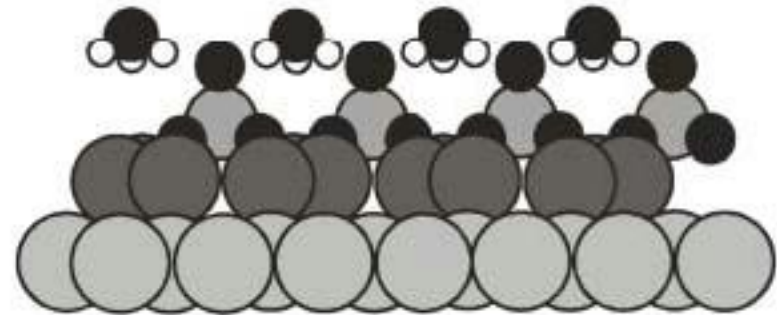
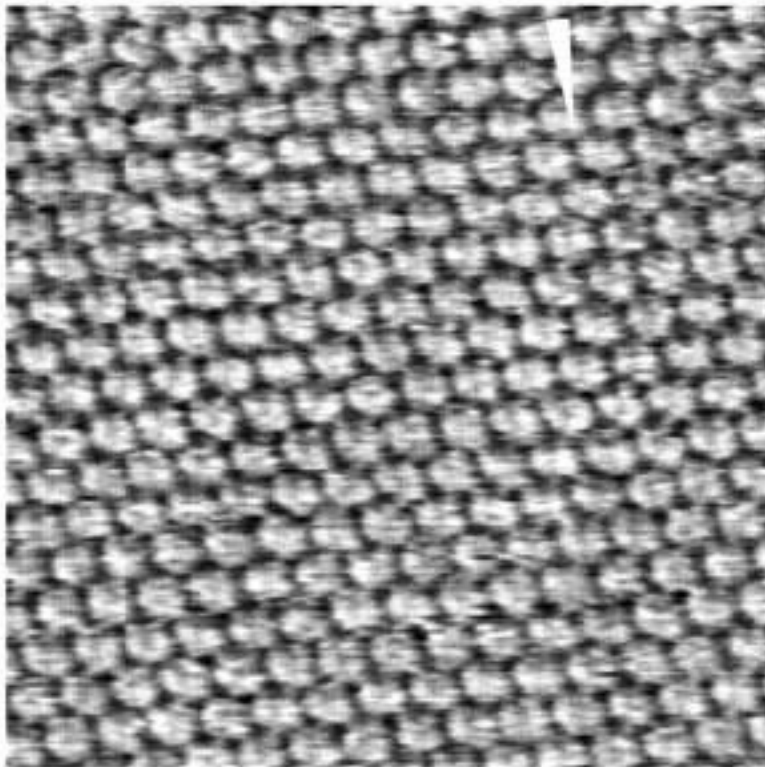
$E = 0.8 \text{ V}$



## Cu UPD

7 nm x 7 nm

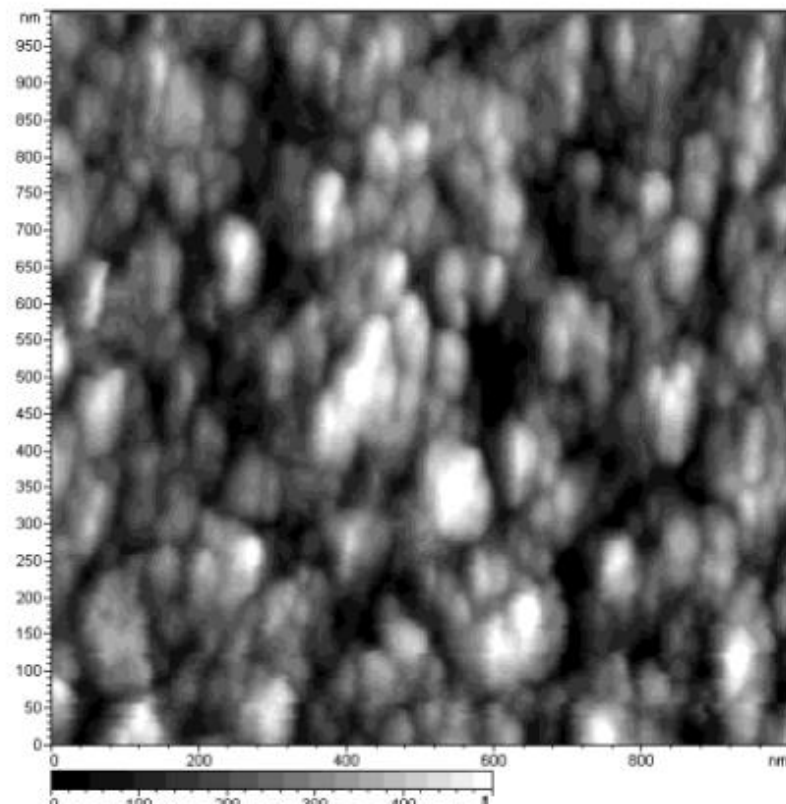
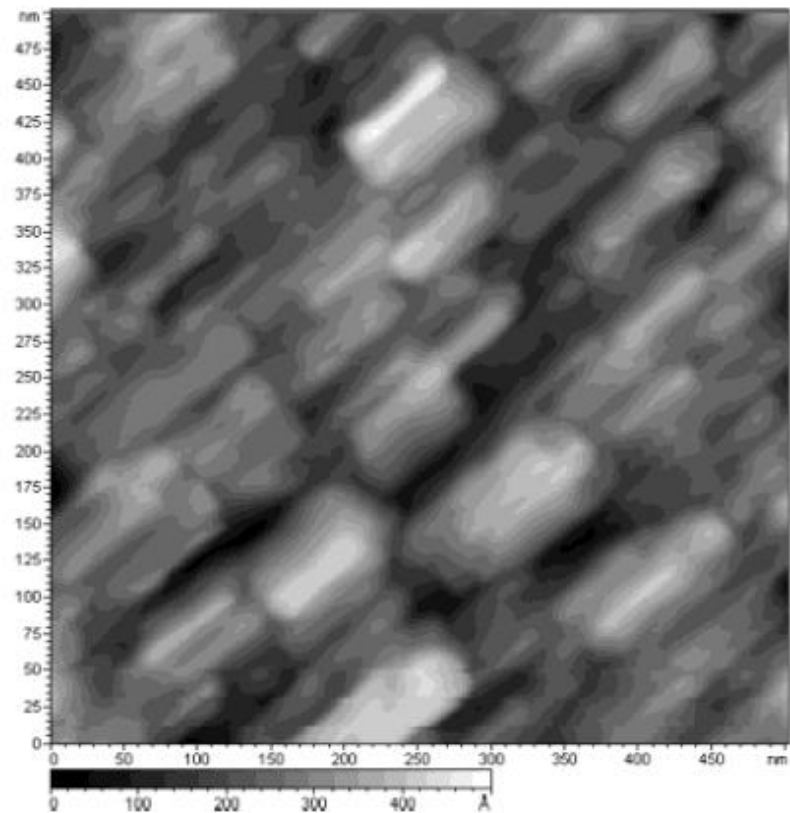
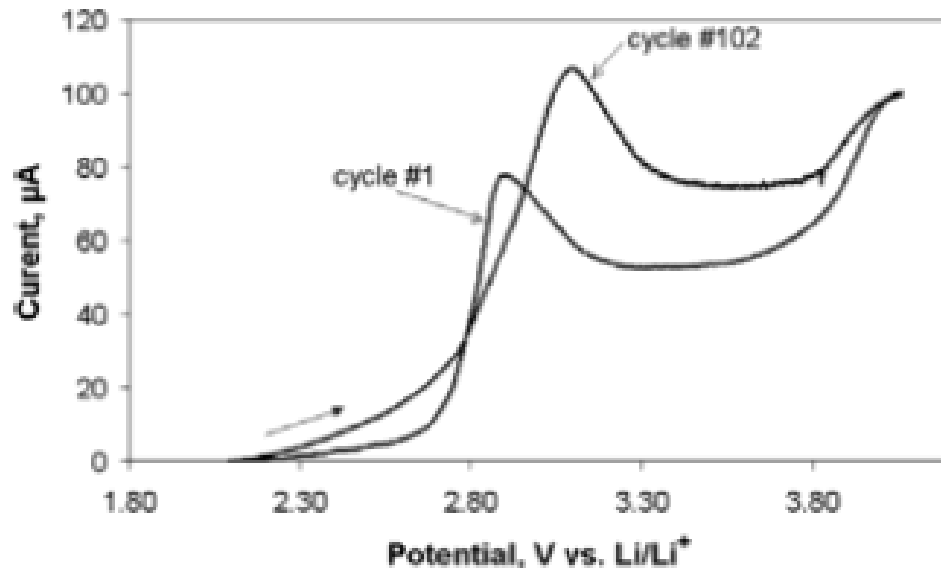
$E = 0.15 \text{ V}$

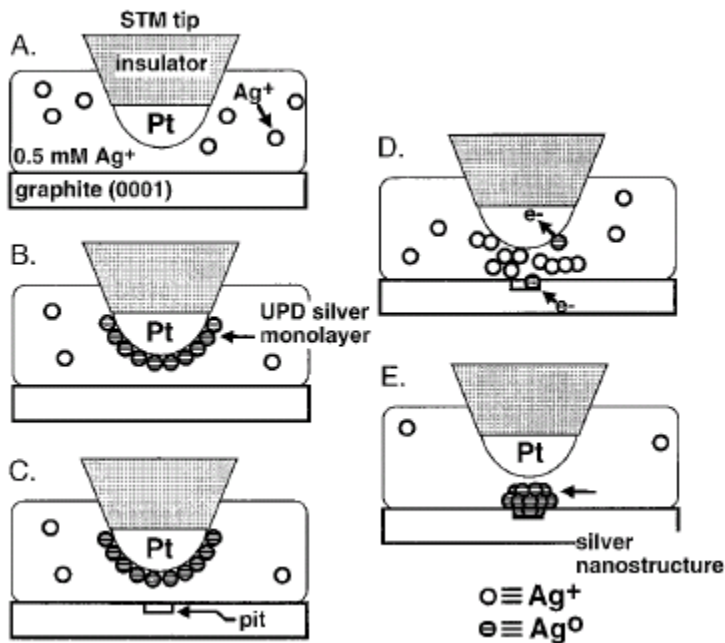


# Реконструкция полипиррола в результате анодной поляризации

Субмикронный диапазон

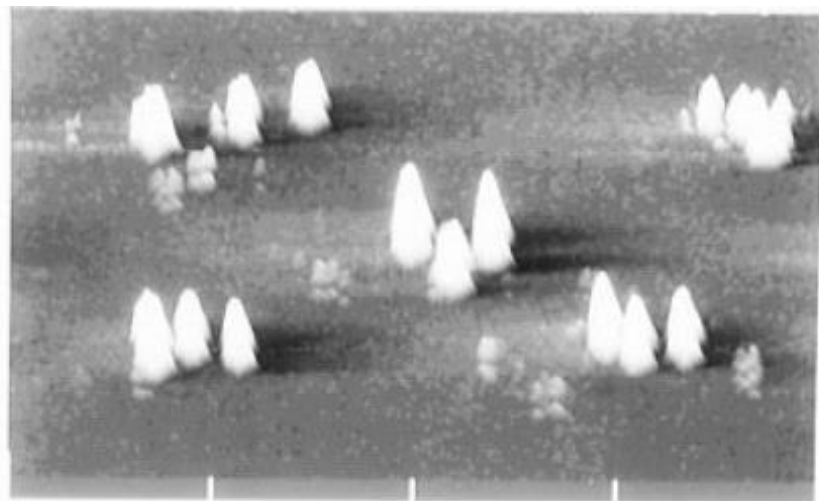
Langmuir **2003**, 19, 9804-9811



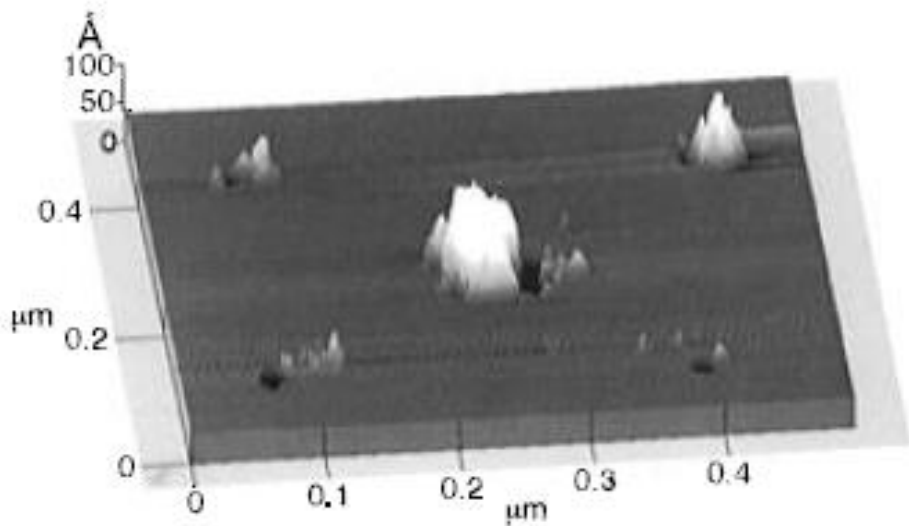


## «Прямолинейное» переосаждение (недостаточная локальность)

~ 100 x 20 нм

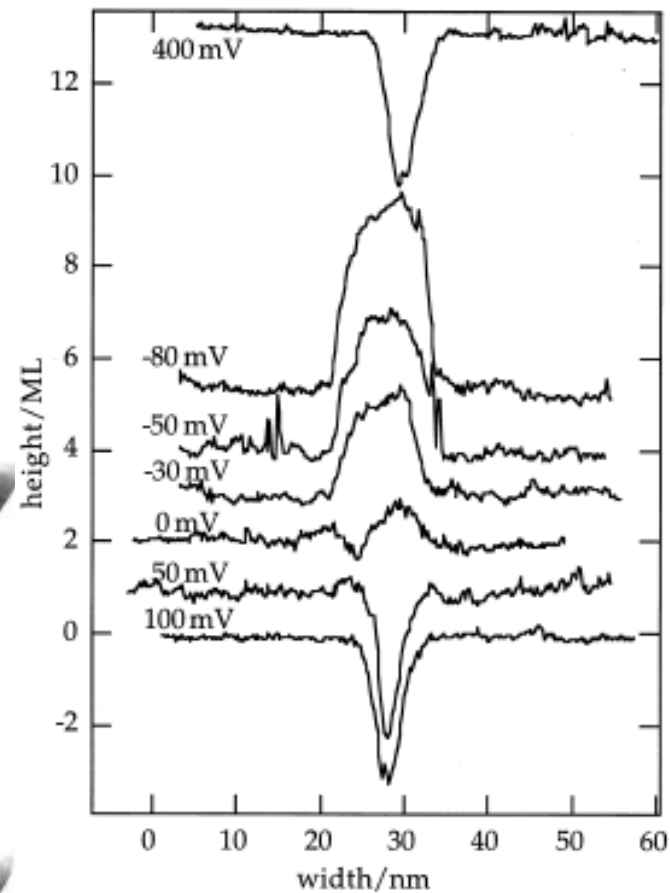
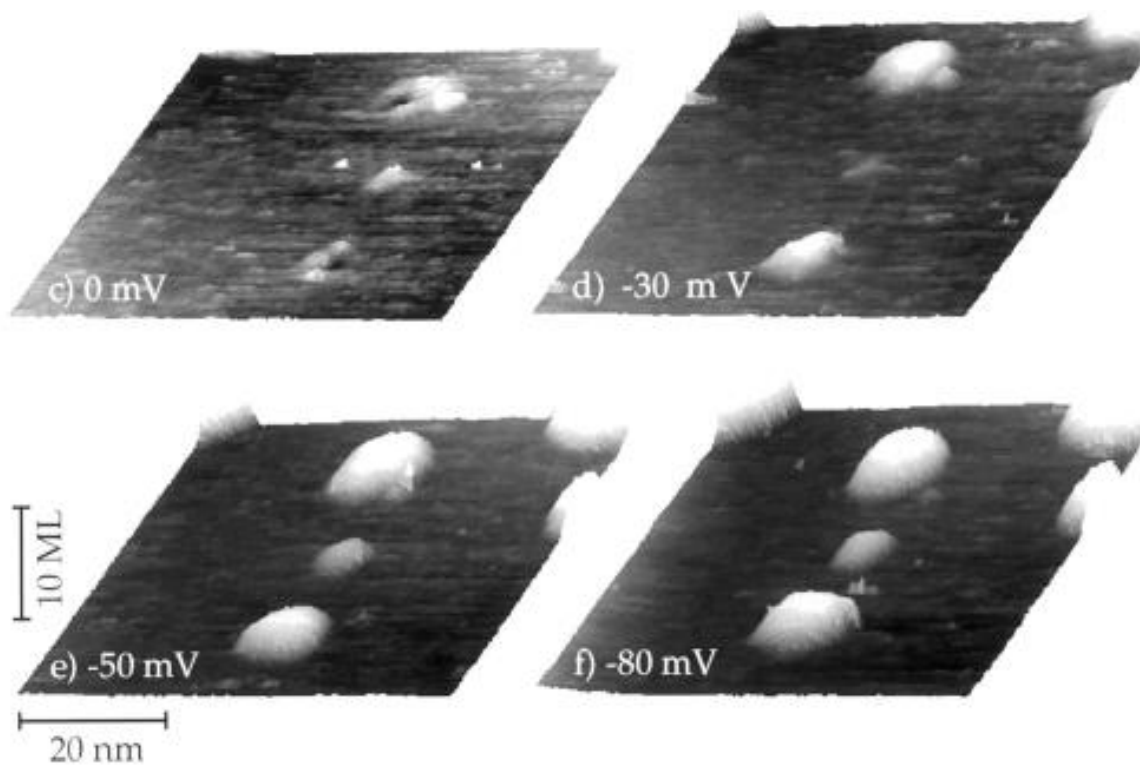


Перенос серебра на графит  
переосаждением в растворе



Перенос золота с зонда на кремний  
при импульсах высокого напряжения

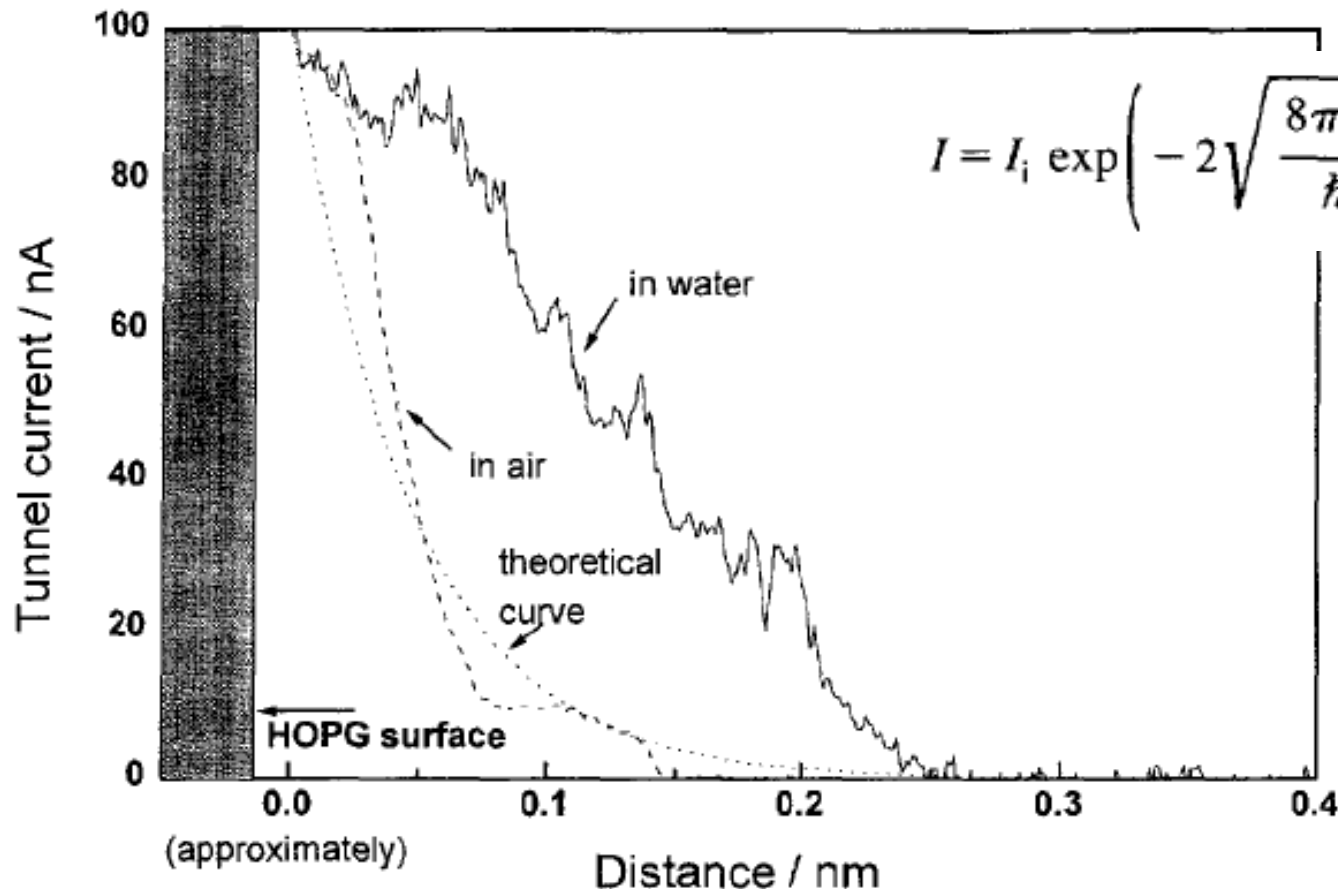
# Электроосаждение на дефекты, созданные зондом



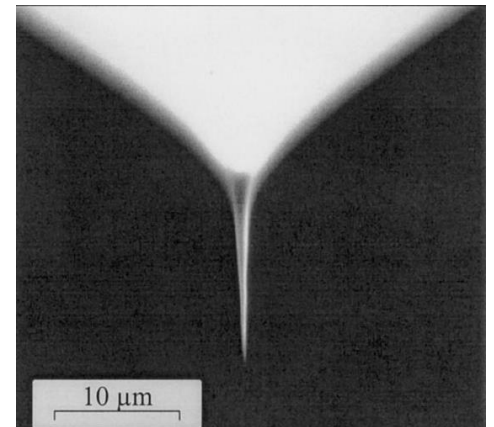
J. Electroanal. Chem.  
461 (1999) 102

При наличии раствора в зазоре СТМ осложнены и сканирование, и электродные процессы:

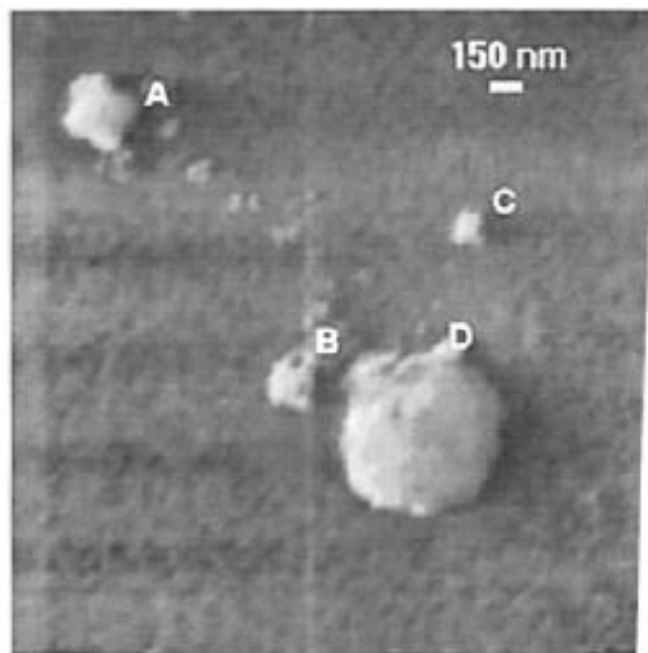
- кроме туннельного – фарадеевский ток (нужна изоляция зонда)
- искаженное распределение потенциала в зазоре в разбавленных растворах
- дополнительное размешивание



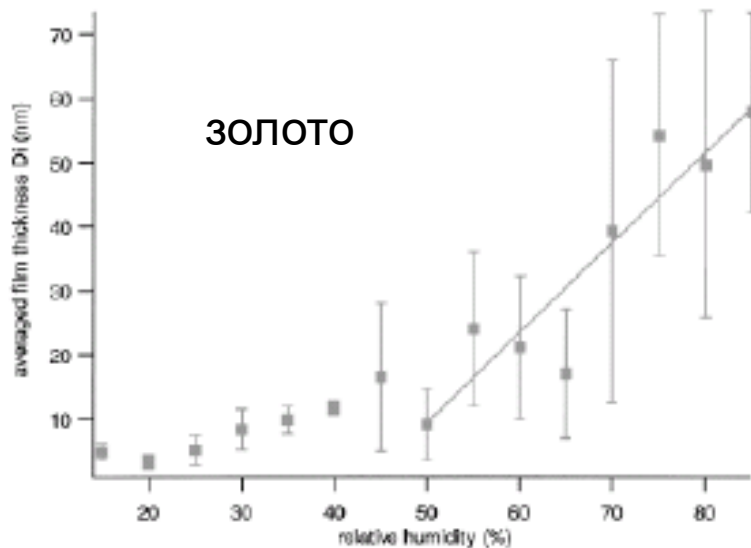
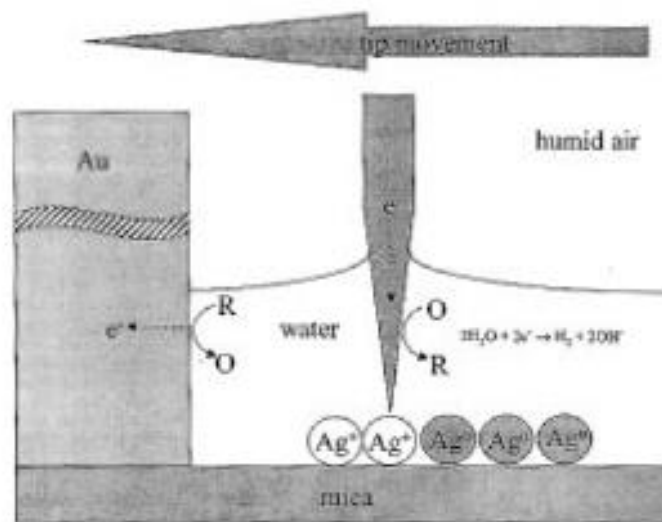
$$I = I_i \exp\left(-2\sqrt{\frac{8\pi^2 m}{\hbar^2} \Phi_{av} z}\right)$$



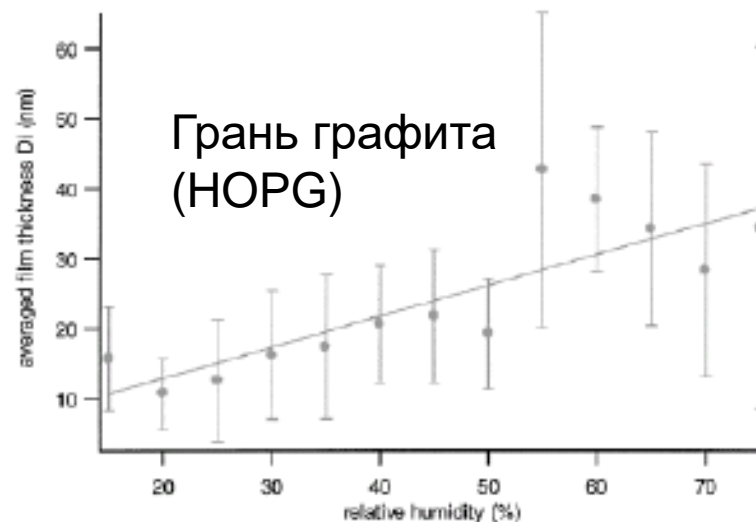
# Конфигурация ex situ СТМ (на воздухе, комнатная температура)



*a*



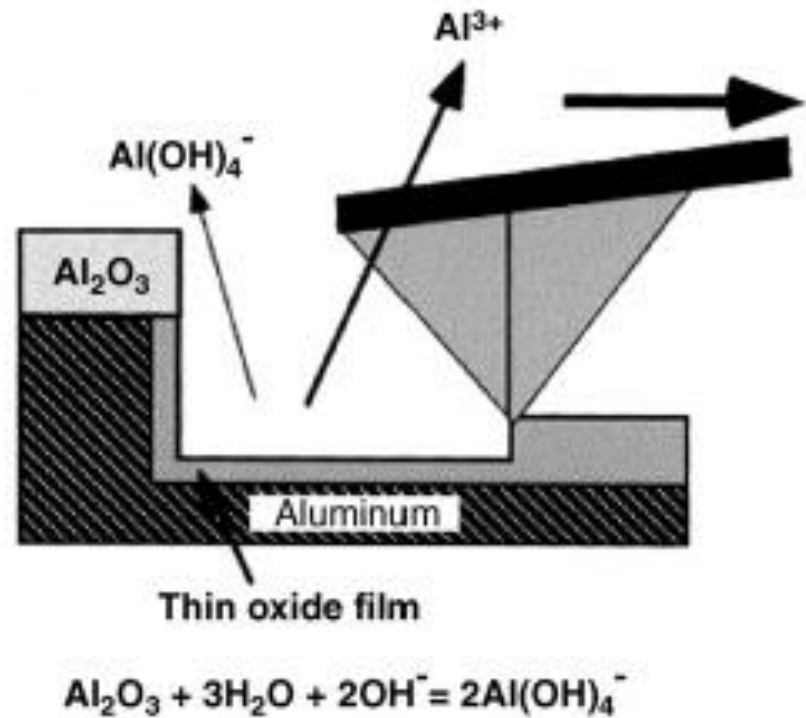
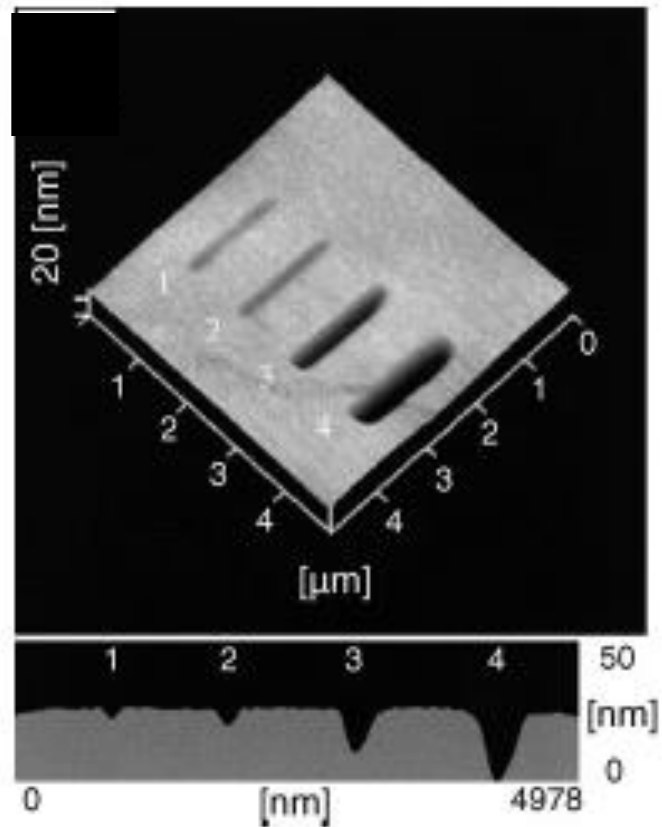
Толщина  
слоя  
конденсата



→ Влажность (%)

→

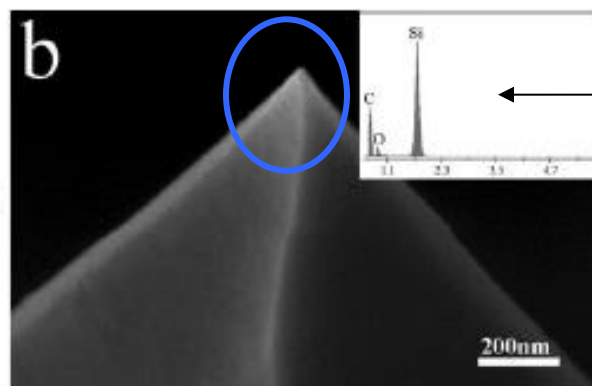
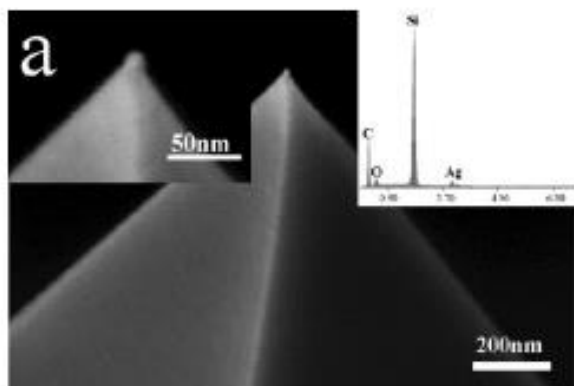
# Окисление и травление в зондовых литографических режимах



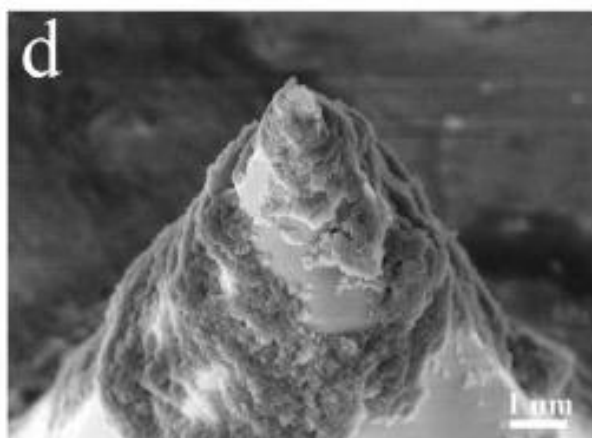
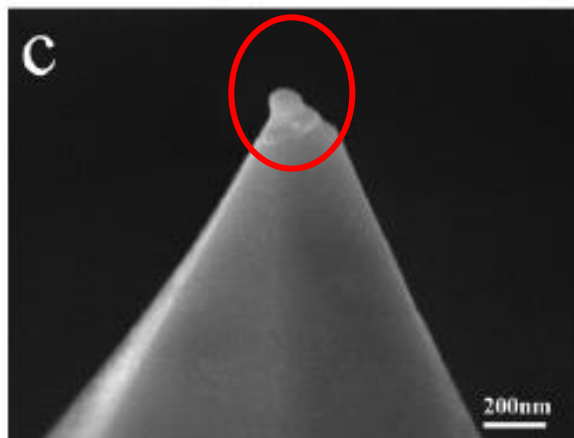
Ограниченные возможности получения нужной формы при глубоком травлении



# Модифицирование зондов. Предварительное связывание реагента.

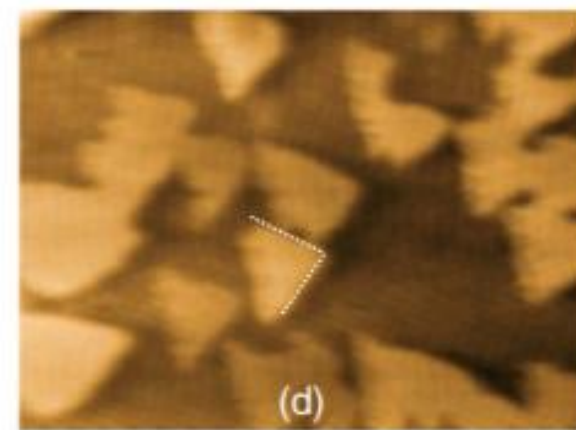
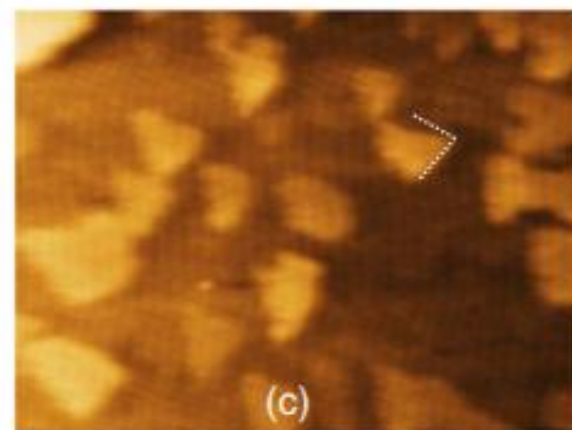
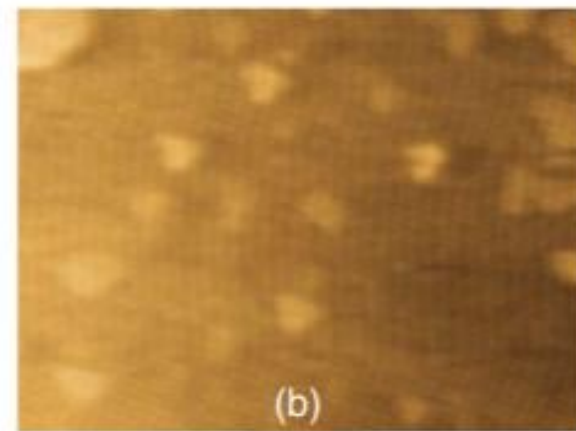
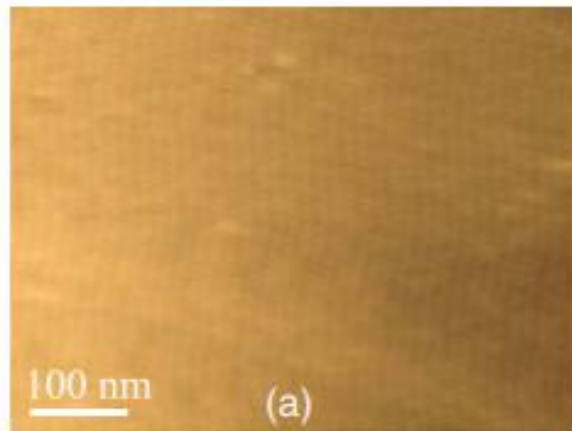
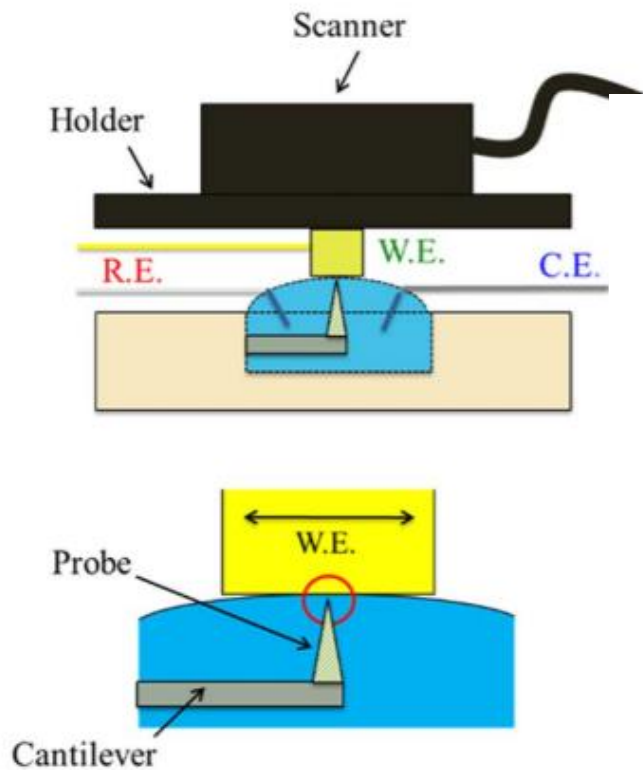


Energy-dispersive X-ray analysis (EDX, или EDXA)



сравнительный эксперимент:  
прямое осаждение серебра

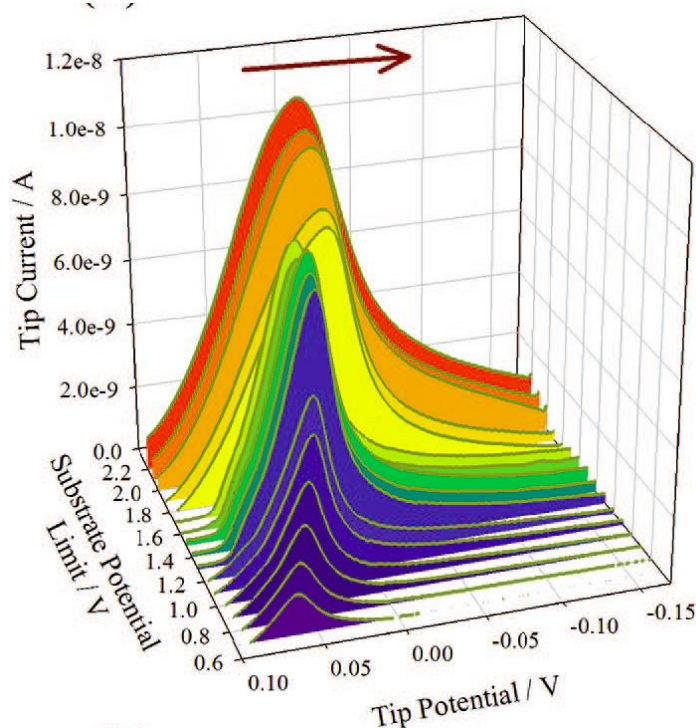
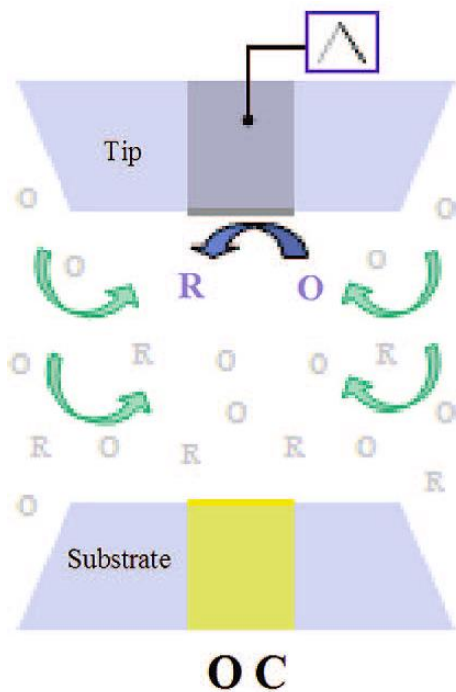
# In situ атомно-силовая микроскопия (AFM)



Осаждение меди на Au(111): 0...1...5...15 с

# Сканирующая электрохимическая микроскопия

Зонд - микроэлектрод



A.J. Bard  
(«Бардовская  
Микроскопия»)

