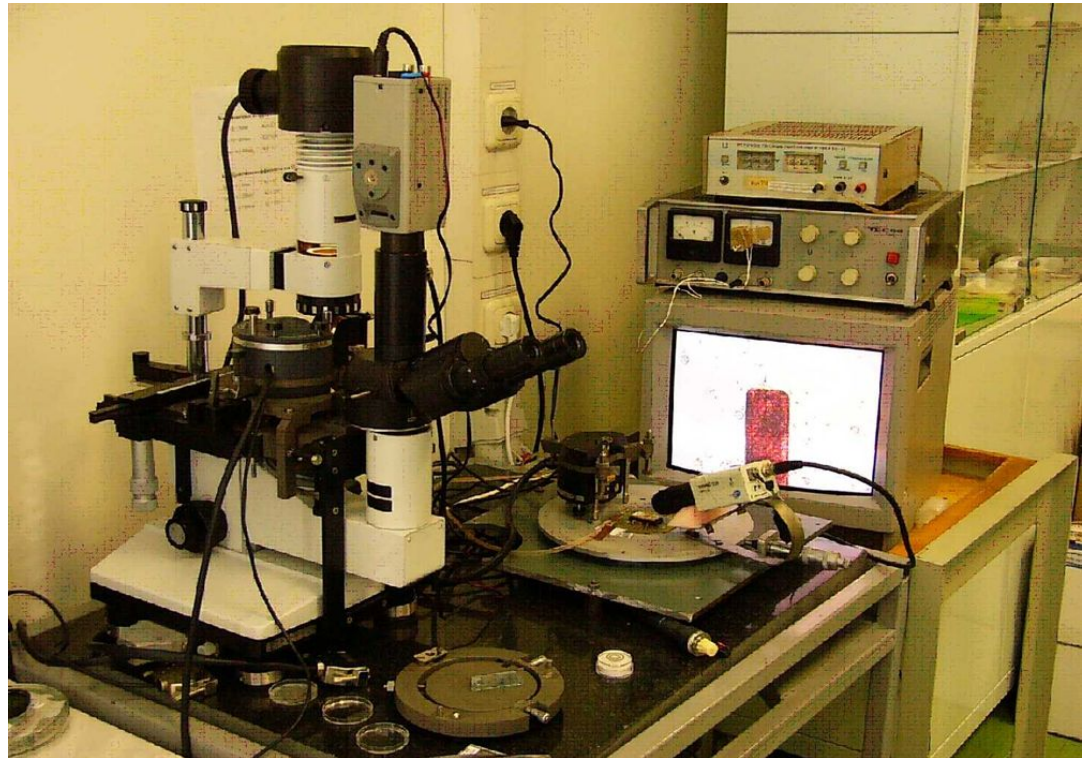


# Ближнепольная оптическая микроскопия

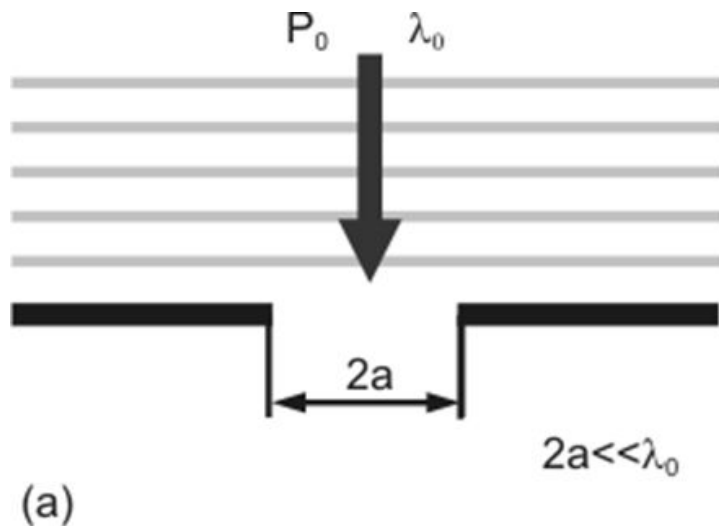
Выполнила:  
студентка 3 курса,  
физического факультета,  
Тимаева А.О.

## Изобретение

Идея БОМа была предложена в 1928 году Сингом (E.H. Syngé), но она намного опередила технические возможности своего времени и осталась практически незамеченной. Ее первое подтверждение было получено Эшем (E.A. Ash) в опытах с микроволнами в 1972 году. В начале 80-х годов группа исследователей из Цюрихской лаборатории фирмы IBM во главе с Дитером Полем (D.W. Pohl) проникла внутрь дифракционного предела и продемонстрировала на приборе, работающем в видимом оптическом диапазоне и получившем название сканирующего оптического микроскопа ближнего поля.



В основе работы данного прибора используется явление прохождения света через субволновые диафрагмы (отверстия с диаметром много меньше длины волны падающего излучения).



Прохождение света через отверстие в экране с субволновой апертурой.

Электромагнитное поле в области диафрагмы имеет сложную структуру.

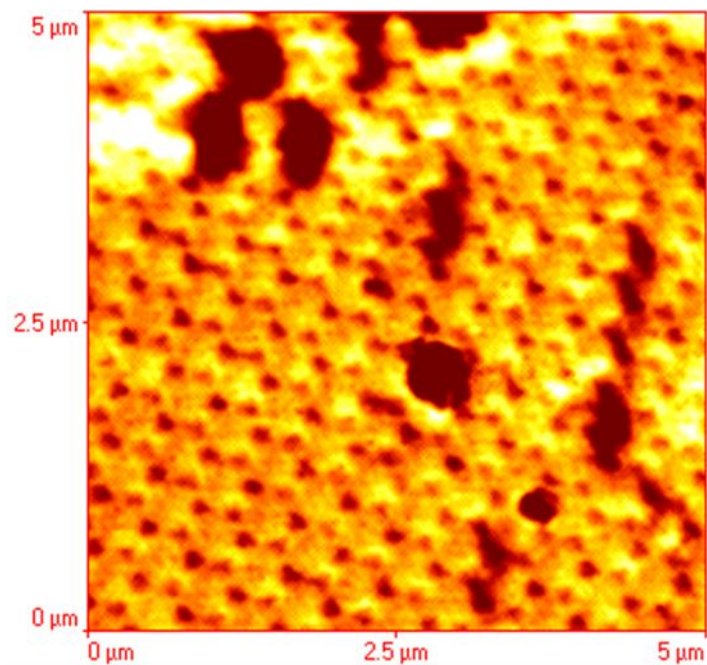
Непосредственно за отверстием на расстояниях  $Z < 100a$  располагается так называемая ближняя зона, в которой электромагнитное поле существует, в основном, в виде эванесцентных мод.

В области расстояний  $Z > 100a$  располагается дальняя зона, в которой наблюдаются лишь излучательные моды.

Мощность излучения за субволновой диафрагмой в дальней зоне может быть оценена по следующей формуле:

$$P_{tr} = \frac{128}{47\pi} k^4 a^6 W_0$$

Таким образом, ближнепольное изображение формируется при сканировании исследуемого образца диафрагмой с субволновым отверстием и регистрируется в виде распределения интенсивности оптического излучения в зависимости от положения диафрагмы  $I(x, y)$ .

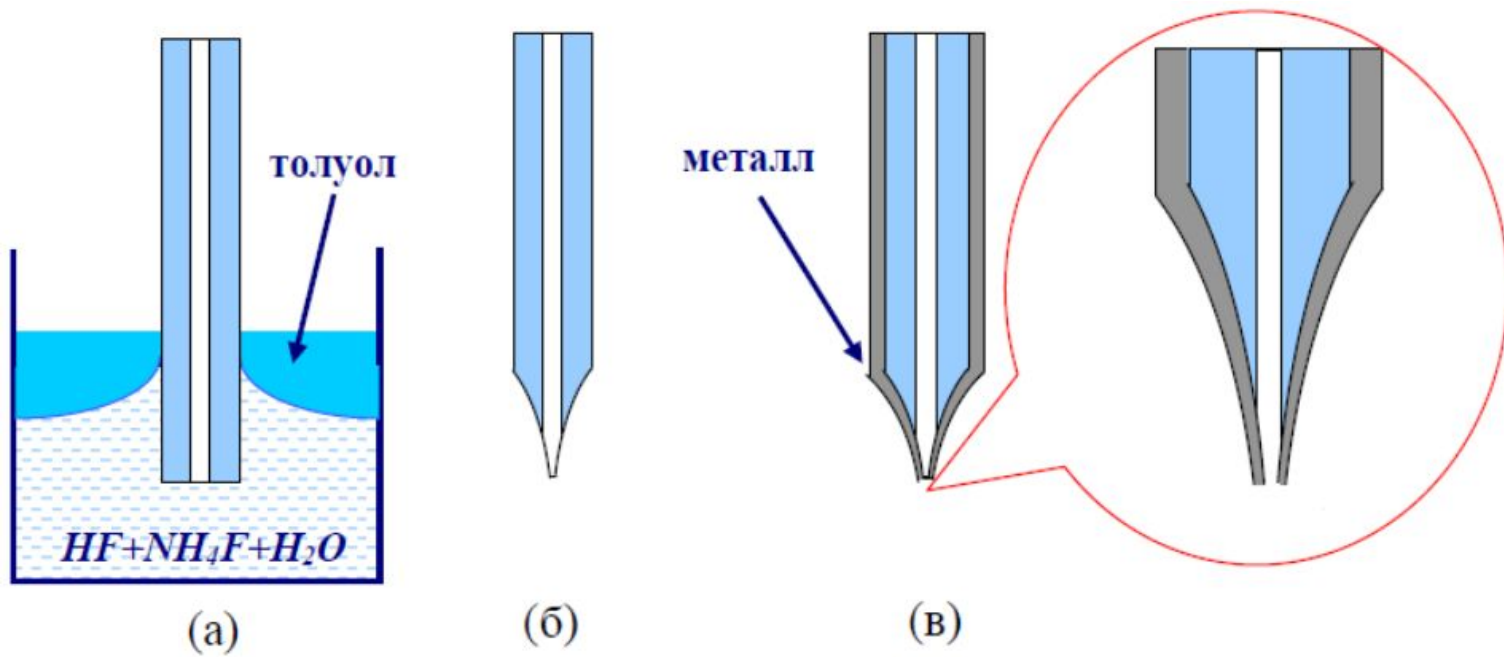


БОМ изображение  
алюминиевой пленки,  
нанесенной на поверхность  
подложки, состоящей из  
плотнейшей упаковки  
наноразмерных шариков  
латекса.

# Виды зондов

## 1 Зонды БОМ на основе оптического волокна

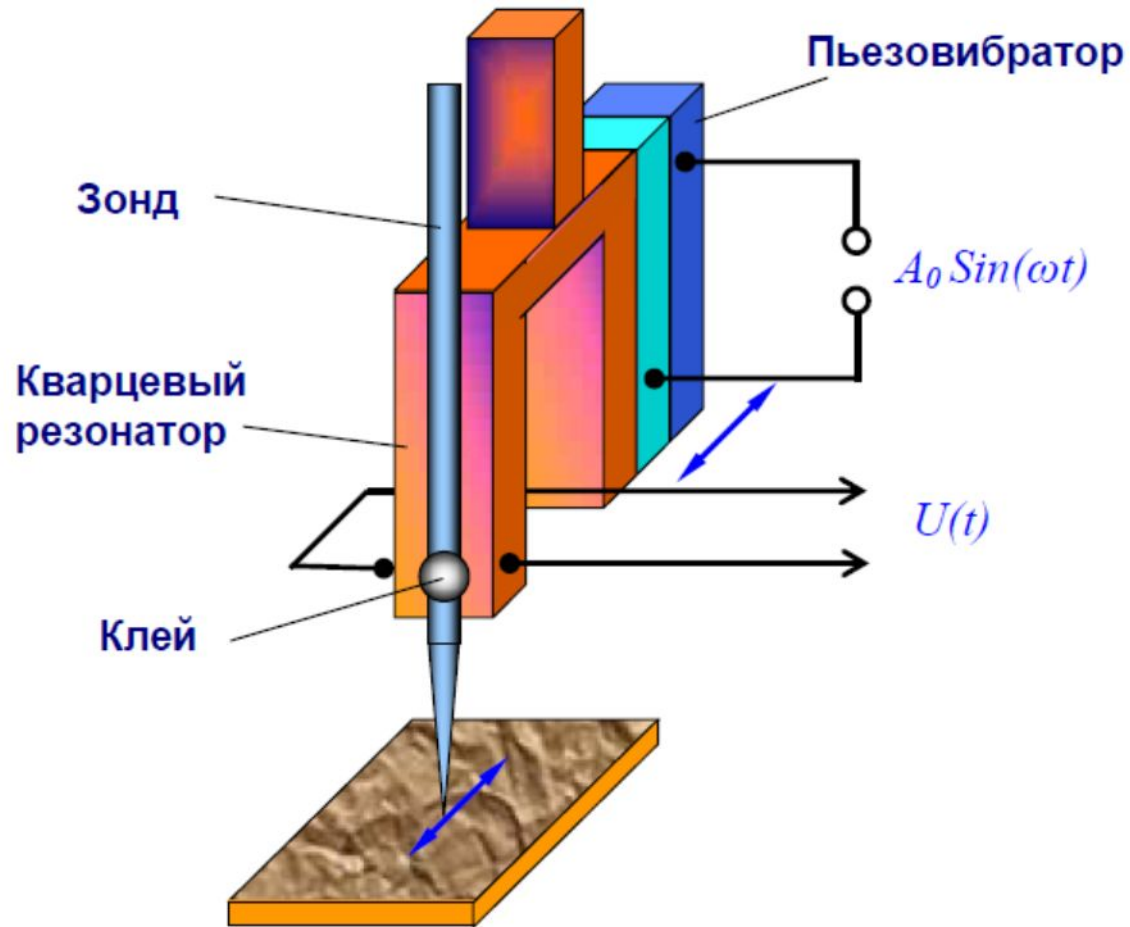




*Изготовление БОМ зондов на основе оптического волокна:*

- (а) – химическое травление волокна;
- (б) – вид кончика волокна после травления;
- (в) – напыление тонкой пленки металла.

"Shear-force" метод контроля расстояния зонд-поверхность в ближнепольном оптическом микроскопе.





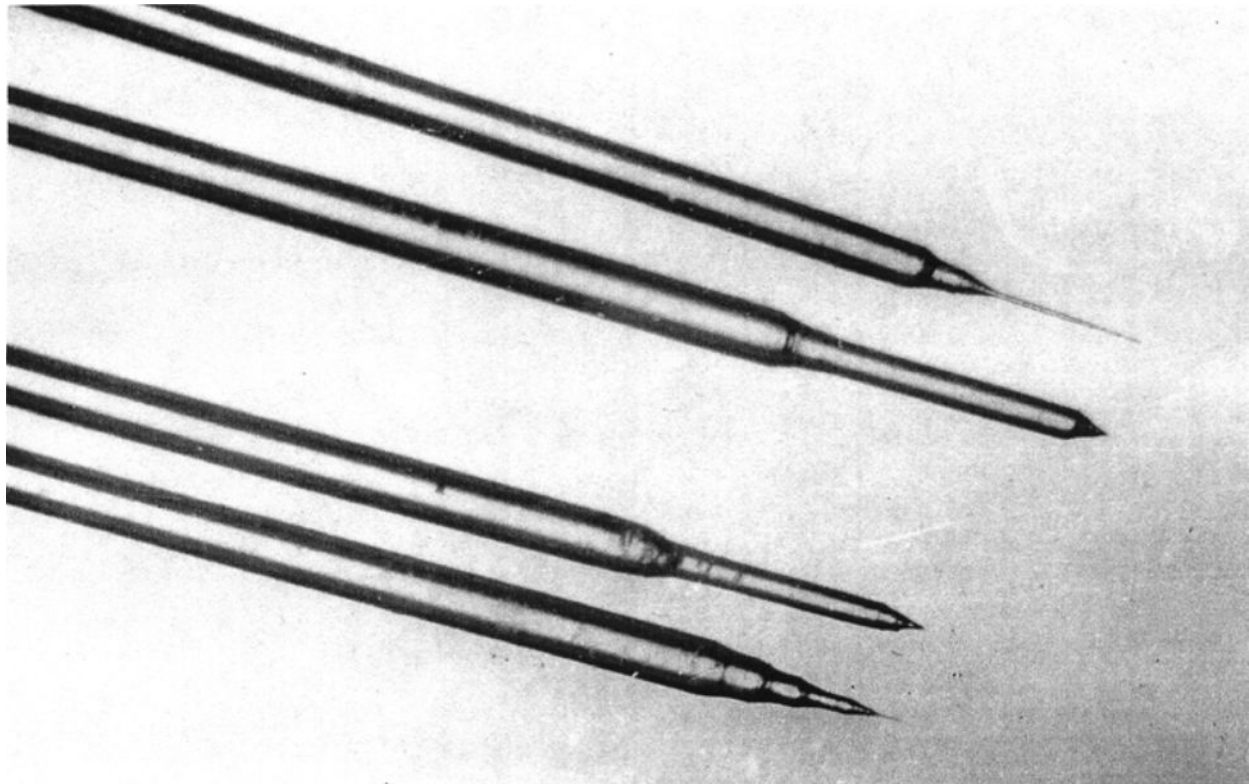
При сближении зонда и образца наблюдаются несколько эффектов.

**Во-первых**, появляется дополнительное диссипативное взаимодействие зонда с поверхностью за счет сил вязкого трения

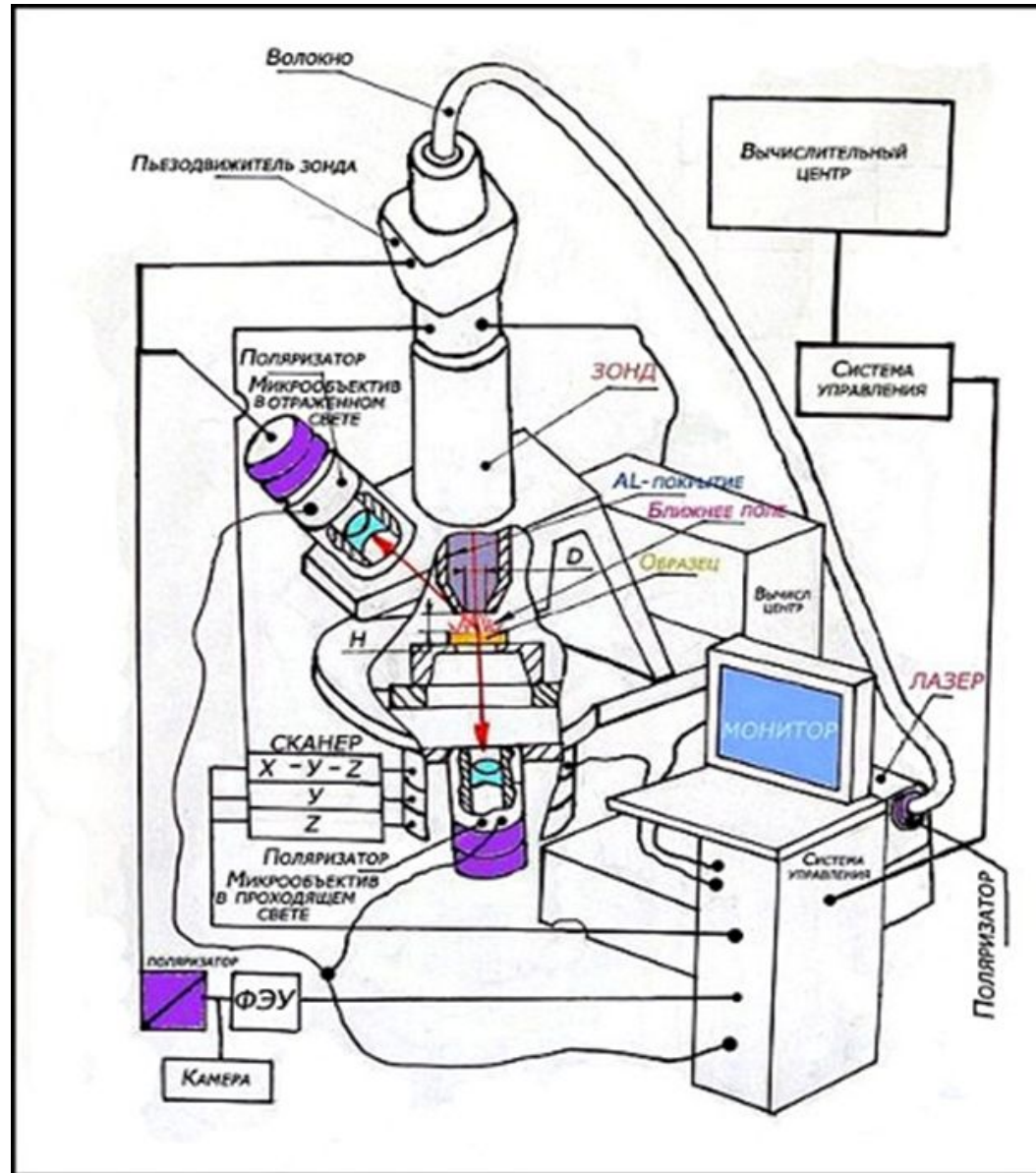
**Во-вторых**, при малых расстояниях зонд-поверхность происходит изменение моды колебаний в системе зонд – резонатор. В свободном состоянии мода колебаний соответствует колебаниям стержня со свободным концом, а при сближении с образцом (в пределах при касании зонда поверхности) переходит в колебания стержня с закрепленным концом.

2. Наиболее перспективным и широко распространенным является зонд на основе адиабатически суженного одномодового оптического волокна, покрытого тонкой металлической пленкой и имеющего малую апертуру на его острие.

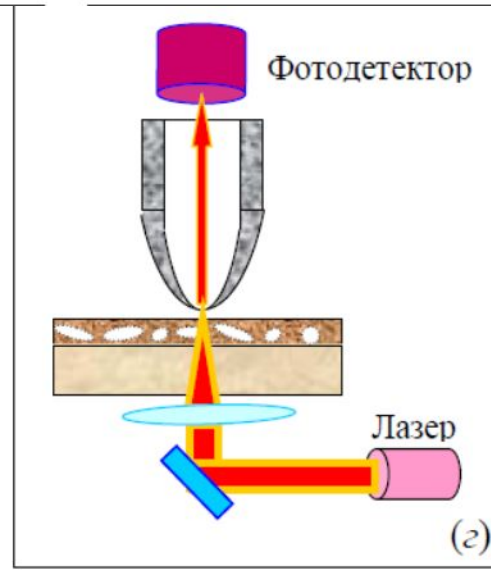
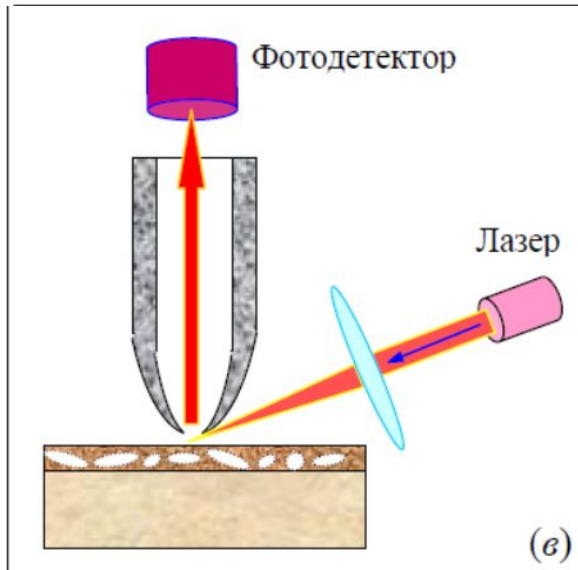
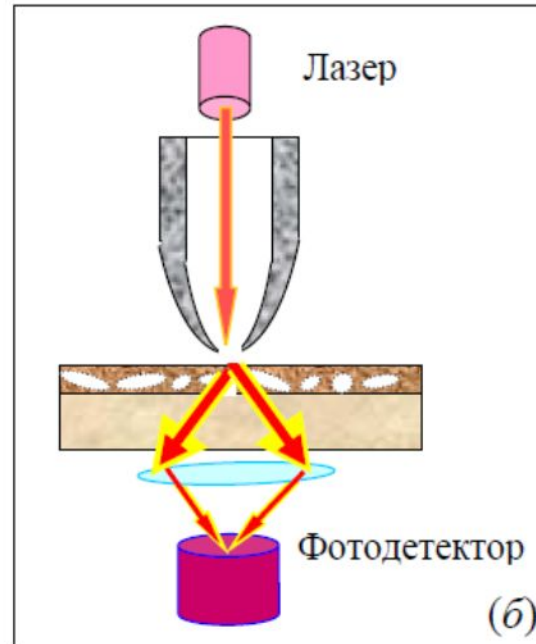
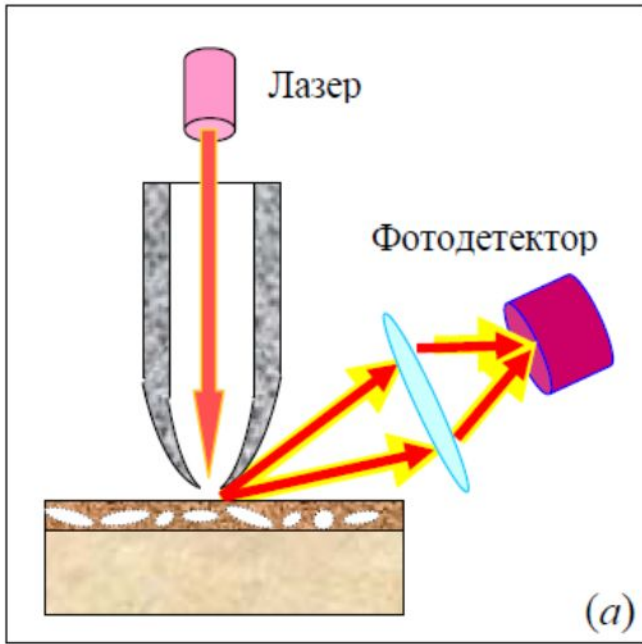
3. Другой вариант зонда СБОМ, используемый в настоящее время, изготавливается на основе кремниевого кантилевера (конструкция микромеханического зонда) для АСМ.

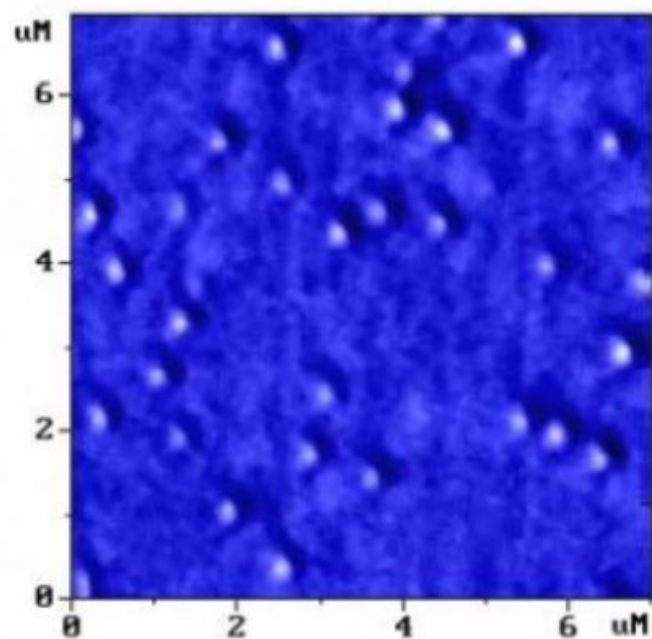
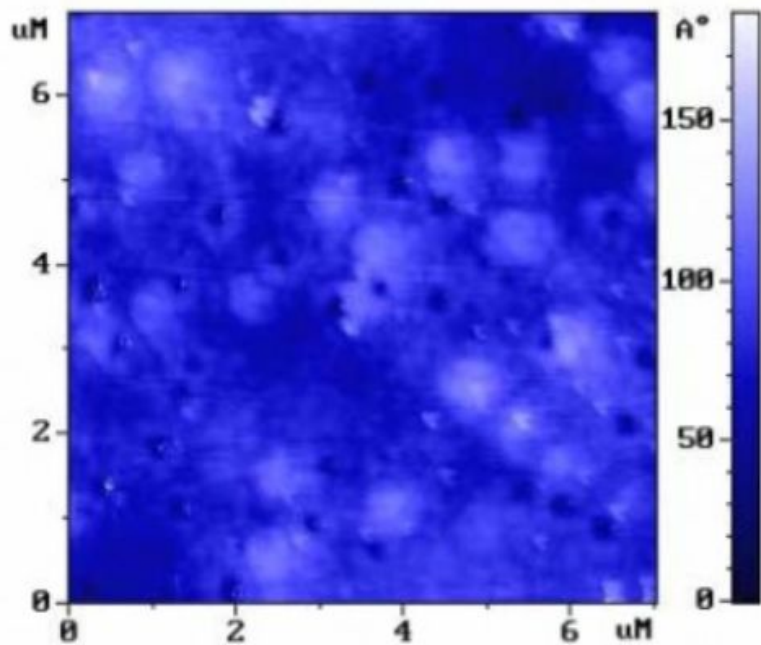


# Устройство БОМ



# Конфигурации





“Shear force” АСМ изображение рельефа поверхности (слева) и ближнепольное оптическое изображение (справа) образца с квантовыми точками InAs

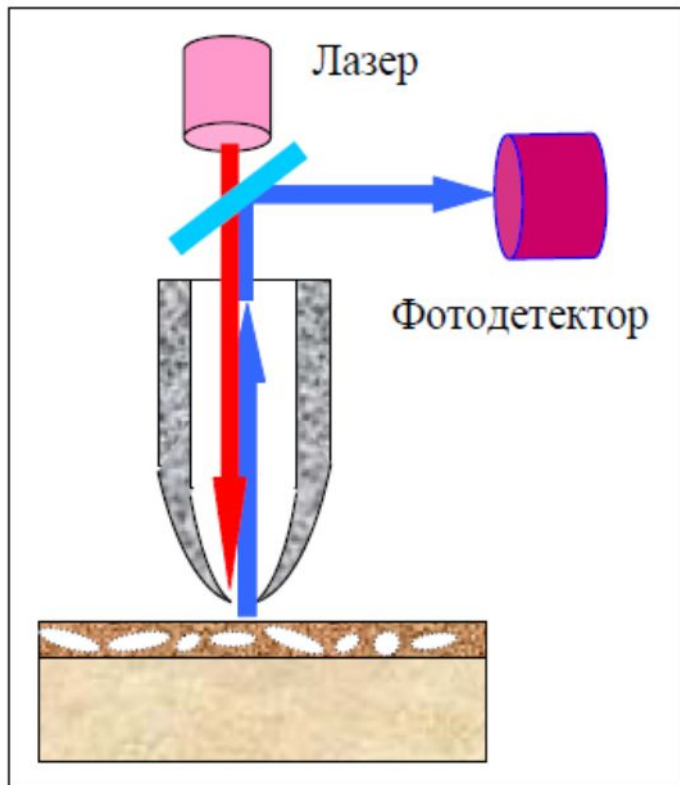


Схема БОМ, в котором засветка образца и прием излучения осуществляются с помощью одного и того же зонда

возбуждение структуры и прием ближнепольного излучения осуществляются через зонд микроскопа

Такое совмещение ближнепольного источника с ближнепольным приемником является весьма многообещающим методом, обеспечивающим очень высокое пространственное разрешение. Однако в данной схеме излучение дважды проходит через субволновое отверстие. Это приводит к тому, что приходящий на фотоприемник сигнал имеет очень низкую интенсивность, и требуются высокочувствительные методы его регистрации.

## Применение

Возможность улучшения на порядок и более локальности оптических методов исследования поверхности весьма существенна при решении широкого круга научных и прикладных задач.

- гетероструктуры с квантово-размерными свойствами
- биологические исследования.
- наноэлектроника



## Проблема бом

Существенное увеличение энергетической эффективности ближнепольных зондов является одной из важнейших научно-технических проблем нано оптики. Один из интересных путей ее решения заключается в использовании металлического стержневого зонда, подвод излучения к вершине которого осуществляется за счет возбуждения цилиндрической поверхностной электромагнитной волны (ПЭВ). При этом отпадают трудности, вызванные отсечкой поля в заостренном кварцевом волоконном зонде и как следствие - большими потерями энергии. Анализ показывает, что поле ПЭВ у вершины зонда сконцентрировано в области, соизмеримой с ее диаметром.

Спасибо за внимание