

# **Жақын өрісті оптикалық микроскопия**

**Орындағандар:**

**Асқарұлы Абдулғафур  
Жумадилов Бауыржан  
Кулшиев Халил**

**Тексерген:**

**Калкозова Жанар Каниевна**

**В ближнепольной оптической микроскопии** используются другие принципы построения изображения объекта, которые позволяют преодолеть трудности, связанные с дифракцией света, и реализовать пространственное разрешение на уровне 10 нм и лучше. Ближнепольный оптический микроскоп (БОМ) был изобретен Дитером Полем (лаборатория фирмы IBM, г. Цюрих, Швейцария) в 1982 году сразу вслед за изобретением туннельного микроскопа. В основе работы данного прибора используется явление прохождения света через **субволновые диафрагмы** (отверстия с диаметром много меньше длины волны падающего

# Рис. 1а. Прохождение света через отверстие в экране с субволновой апертурой

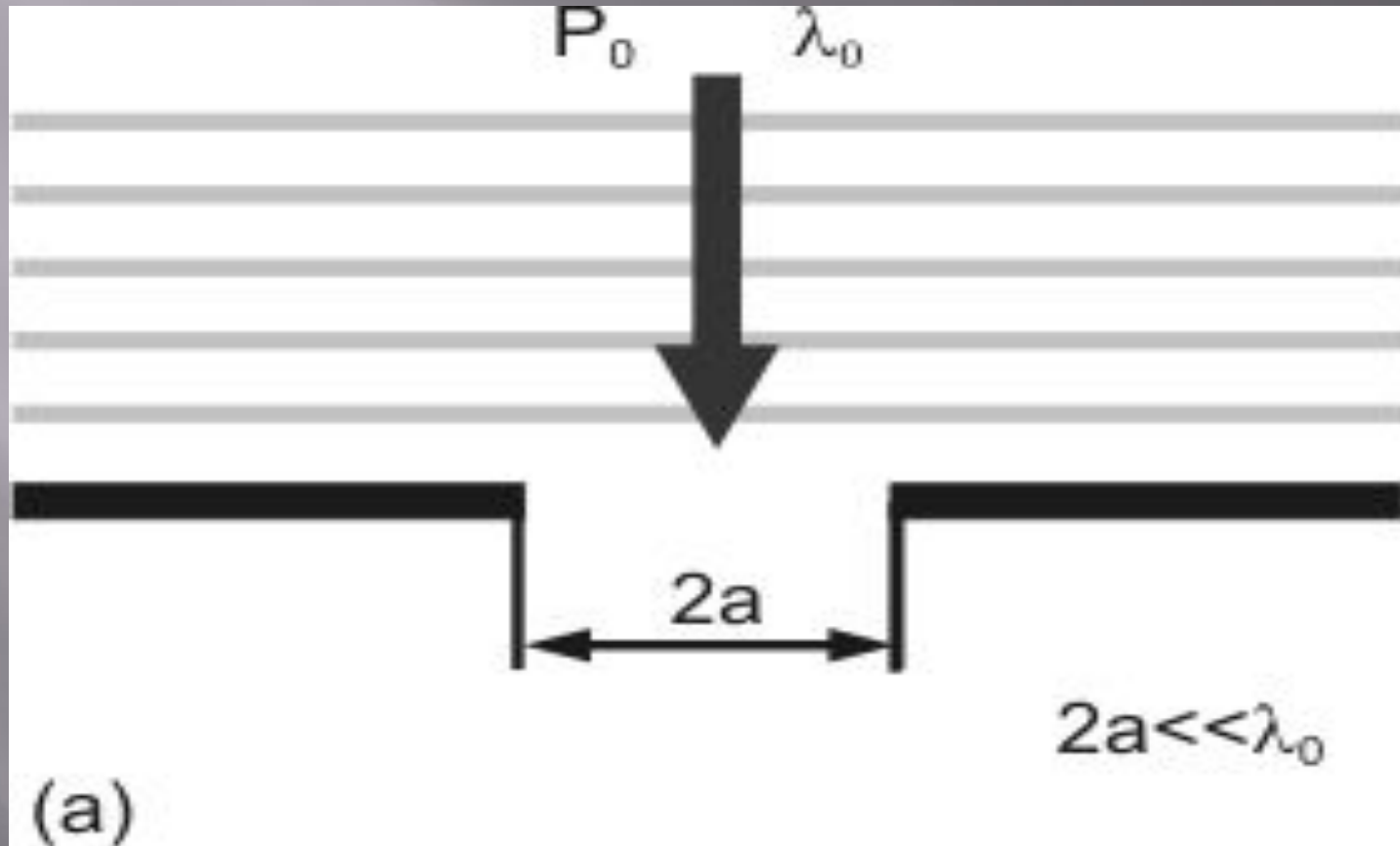
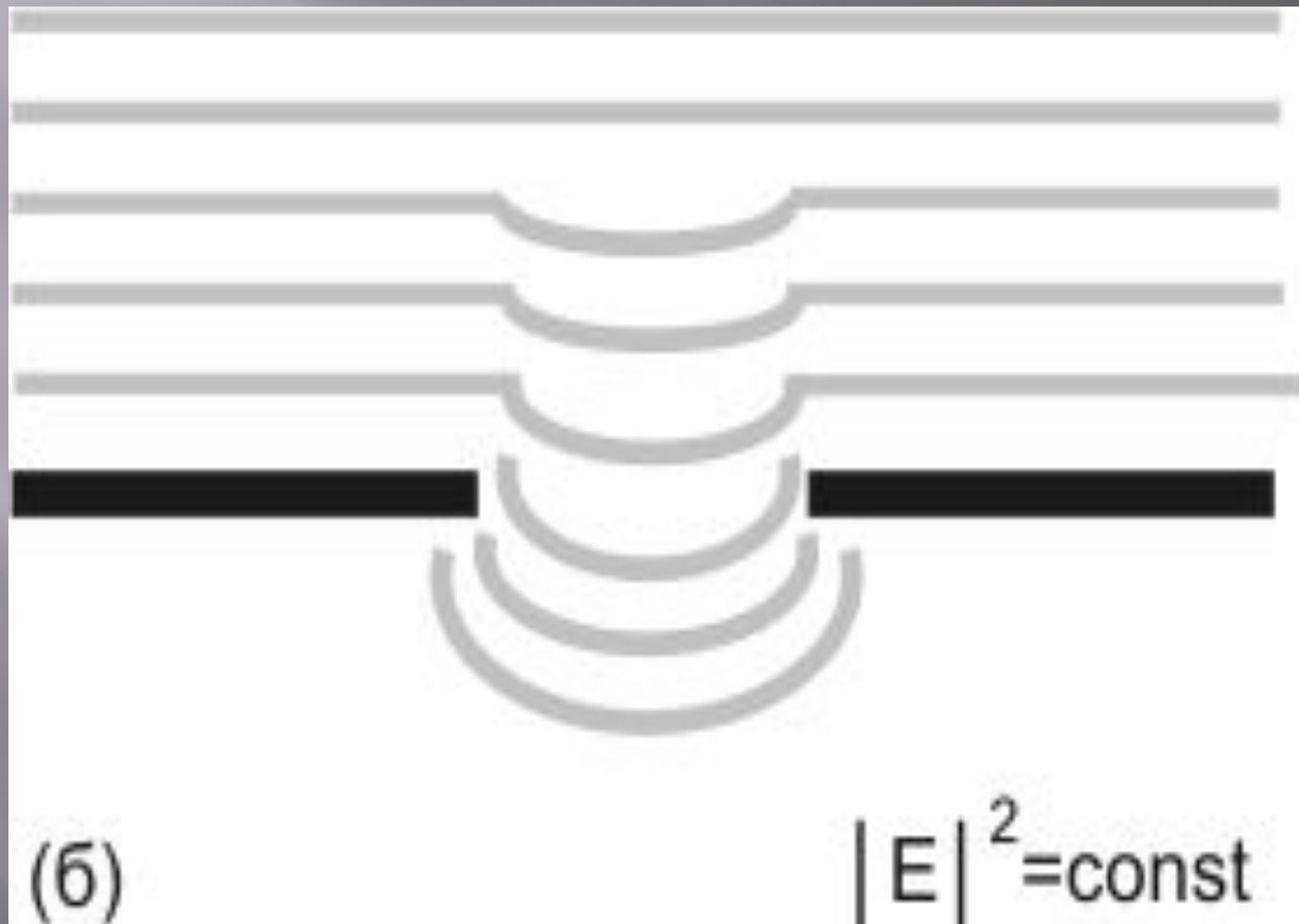


Рис. 1б. Линии постоянной интенсивности  
оптического излучения в области субволнового  
**отверстия.**



При прохождении света через субволновое отверстие наблюдается ряд особенностей [1,2]. Электромагнитное поле в области диафрагмы имеет сложную структуру. Непосредственно за отверстием на расстояниях располагается так называемая **ближняя зона**, в которой электромагнитное поле существует, в основном, в виде эванесцентных (не распространяющихся) мод, локализованных вблизи поверхности диафрагмы. В области

расстояний располагается **дальняя зона**, в которой наблюдаются лишь излучательные моды. Мощность излучения за субволновой диафрагмой в дальней зоне может

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

быть оценена по следующей формуле [1]:

(2)

где  $k$  – волновой вектор,  $W$  – плотность мощности падающего излучения.

Оценки показывают, что для излучения с длиной волны порядка 500 нм и диафрагмы с отверстием  $\sim 5$  нм мощность излучения в дальней зоне составляет по порядку величин 10<sup>-10</sup> от мощности падающего излучения. Поэтому, на первый взгляд, кажется, что использование малых отверстий для построения растровых оптических изображений исследуемых образцов практически невозможно. Однако, если поместить исследуемый объект непосредственно за отверстием в ближней зоне, то вследствие взаимодействия эванесцентных мод с образцом часть энергии электромагнитного поля переходит в излучательные моды, интенсивность которых может быть зарегистрирована оптическим фотоприемником.

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. Контраст на БОМ изображениях определяется процессами отражения, преломления, поглощения и рассеяния света, которые, в свою очередь, зависят от локальных оптических свойств образца

## **Выводы.**

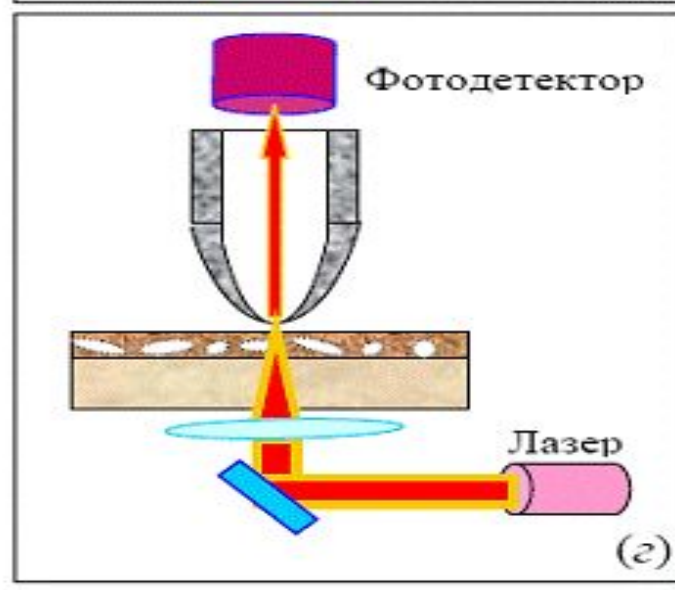
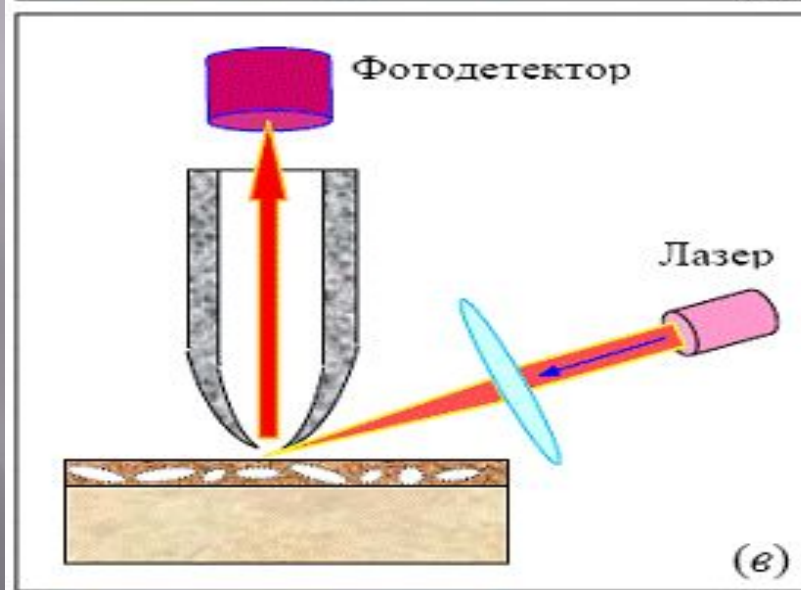
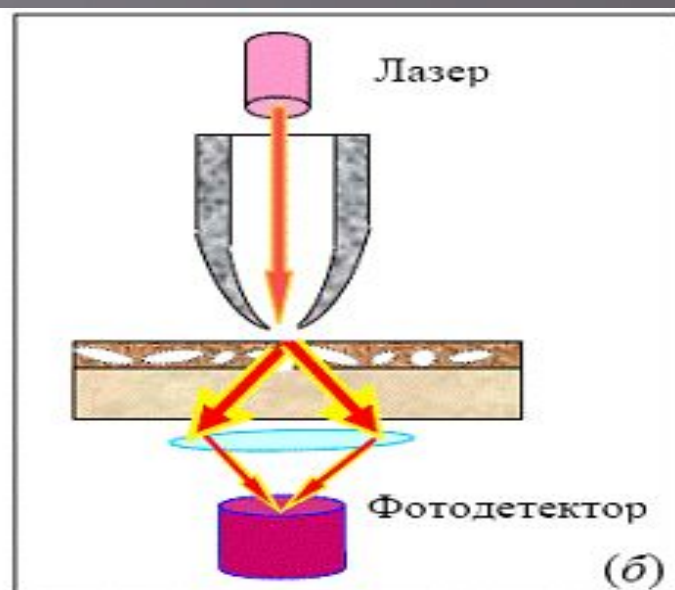
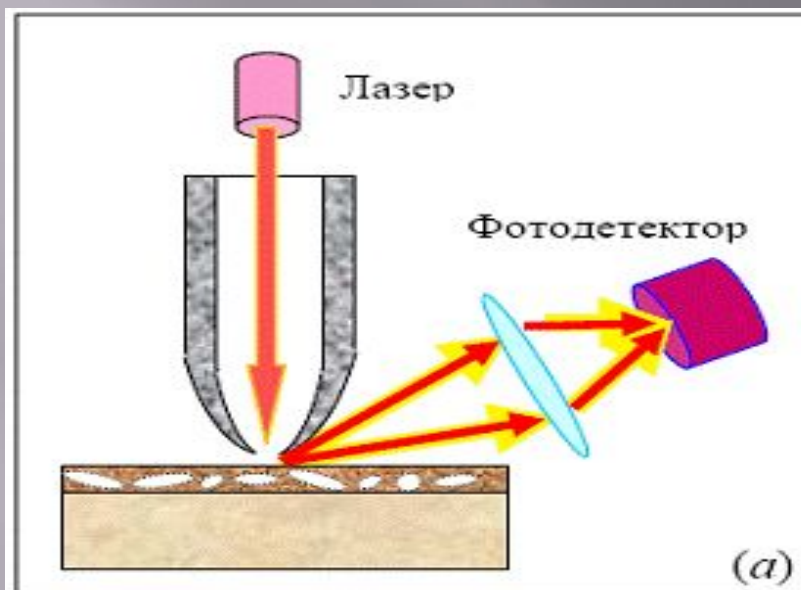
Ближнепольное изображение формируется при сканировании исследуемого образца диафрагмой с субволновым отверстием и регистрируется в виде распределения интенсивности оптического излучения в зависимости от положения диафрагмы

На данном этапе развития техники БОМ конкурируют с электронными микроскопами и имеют свои преимущества и недостатки.

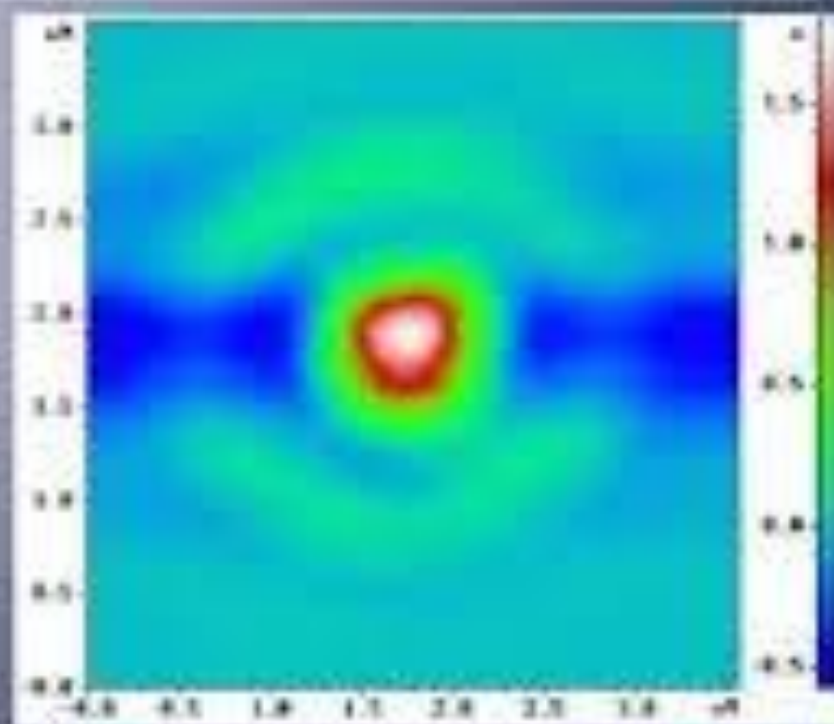
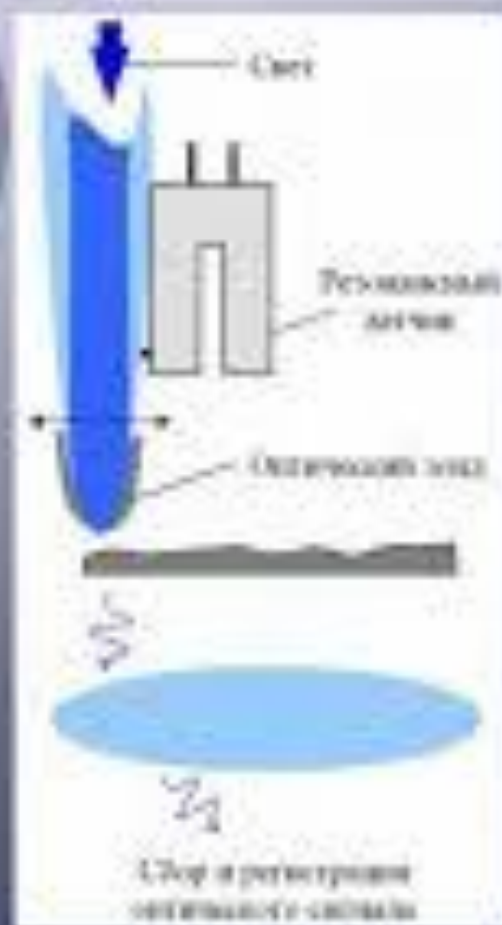
## Сравнение БОМ и ЭМ

	Трансмиссионный электронный микроскоп	Световой
Источник излучения	электроны	свет
Длина волны	например, 0,005 нм при 50 кВ	400 - 700 нм
Максимальное полезное увеличение	x2500 (на экране)	x1500
Максимальное разрешение		
на практике	0,5 нм	200 - 500 нм
в теории	0,2 нм	200 нм
Линзы	электромагниты	стеклянные
Объект	не живой, обезвоженный, относительно маленький или тонкий	живой или неживой
Распространённые красители	содержат цветные металлы, которые отражают электроны	цветные красители
Изображение	чёрно-белое	цветное





# Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия (СБОМ)



Картина дифракции, возникающая при фокусировании света объективом обычного оптического микроскопа. Изображение получено с помощью СБОМ (Антура, Салдин, ИТ-ИЭТ), распределение интенсивности взято из работы [Салдин, Салдин, 1994].

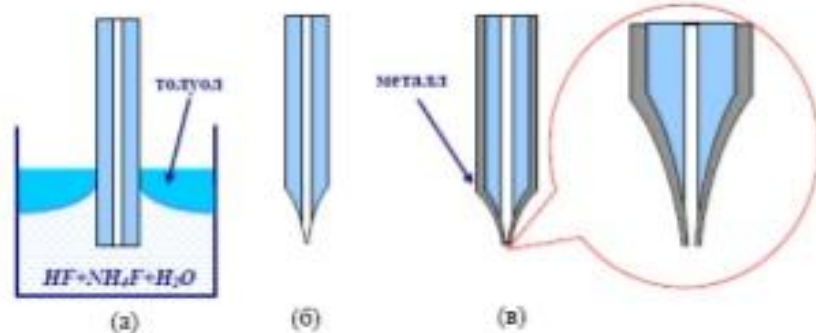


## Сканирующая ближнепольная оптическая микроскопия (СБОМ)

$$R = \frac{\lambda}{2n}$$

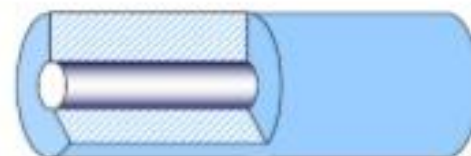
Дифракционный предел – минимальный размер объекта, изображение которого может быть построено оптической системой (для видимого света эта величина составляет 200-300 нм).

Сканирующий ближнепольный оптический микроскоп (СБОМ) был изобретен Дитером Полем (лаборатория фирмы ИВМ, г. Цюрих, Швейцария) в 1982 году. В основе работы данного прибора используется явление прохождения света через субволновые диафрагмы (отверстия с диаметром много меньше длины волны падающего излучения).

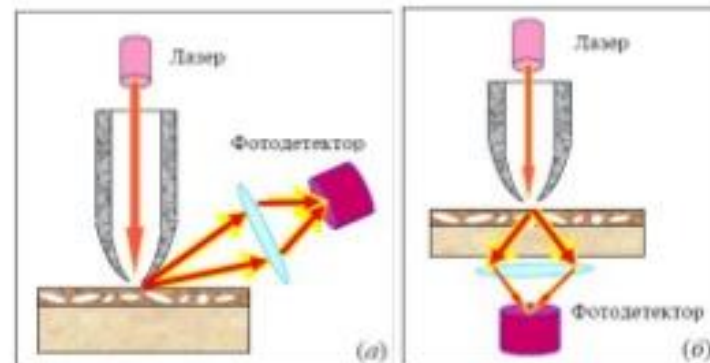


Изготовление зондов для СБОМ

Контраст СБОМ-изображений определяется процессами отражения, преломления, поглощения и рассеяния света, которые, в свою очередь, зависят от локальных оптических свойств образца.



Структура оптического волокна



Регистрация оптического сигнала в СБОМ

**Көңіл қойып  
тыңдағандарыңызға  
рахмет!**

