

A close-up photograph of a microscope's objective lenses. The lenses are metallic and have various markings, including '10X', '10X/10', and '∞ / -'. The background is blurred, showing a laboratory setting. The text 'МЕТОДЫ МИКРОСКОПИИ' is overlaid in yellow, bold, uppercase letters.

# МЕТОДЫ МИКРОСКОПИИ



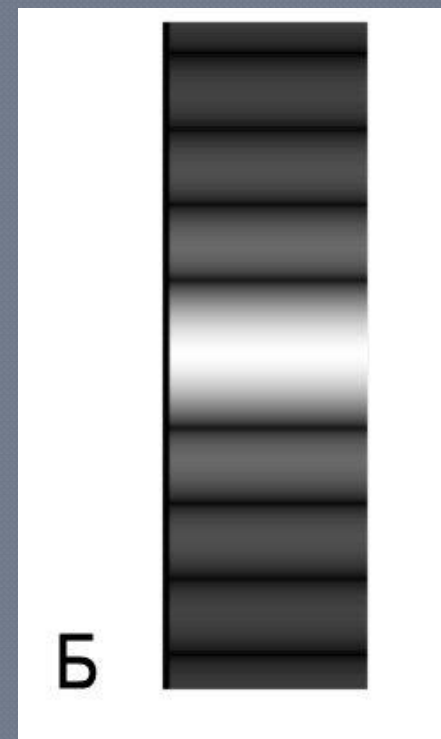
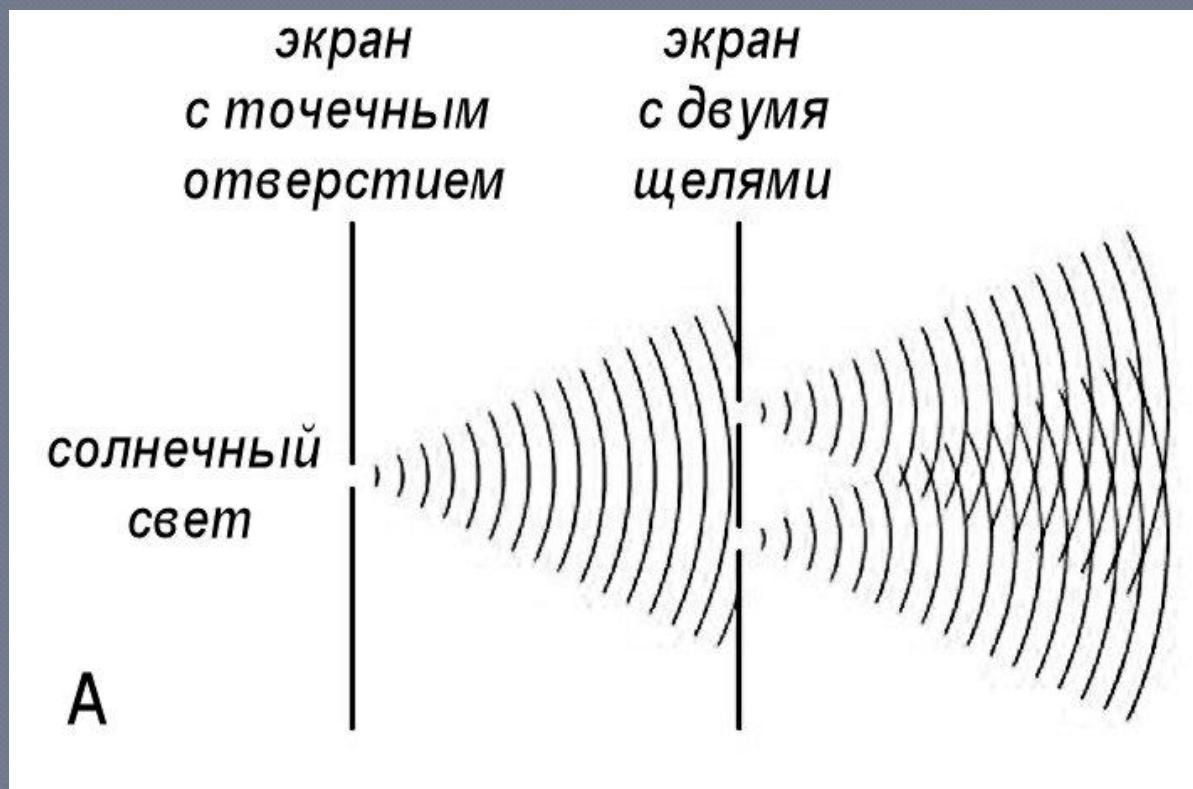
# Волновая природа света



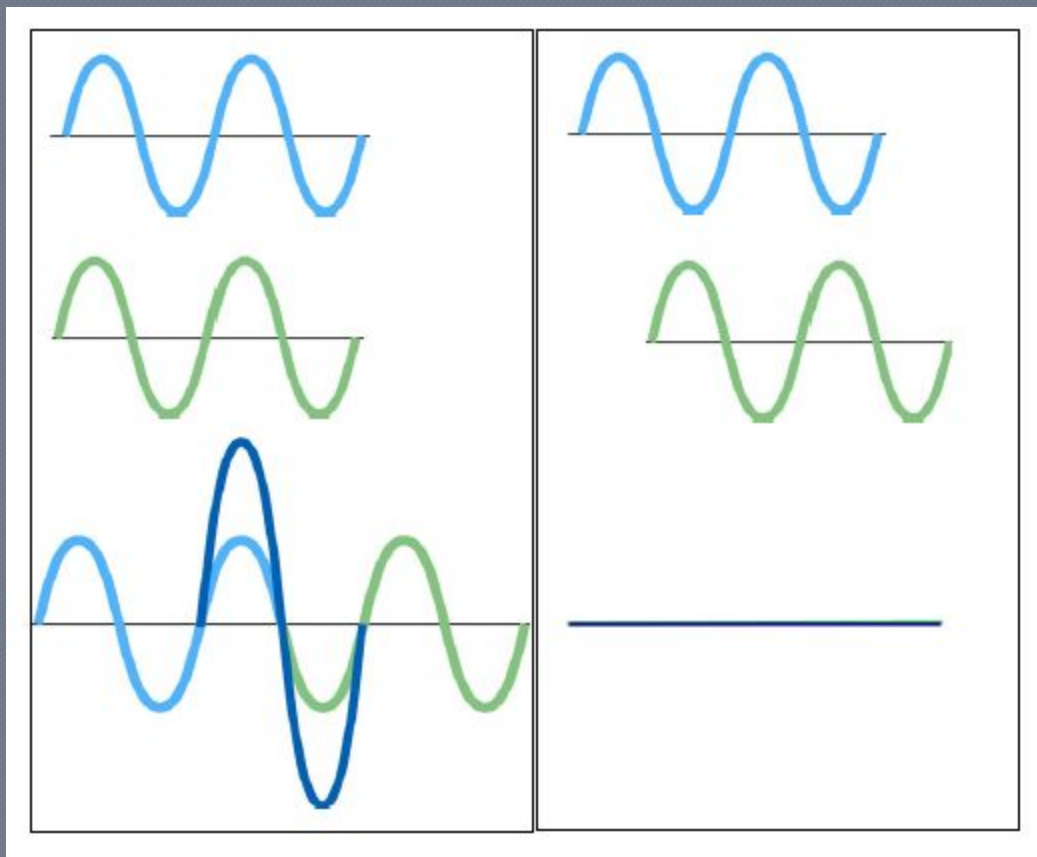
Camera obscura



# Эксперимент Томаса Юнга



# Интерференция и дифракция

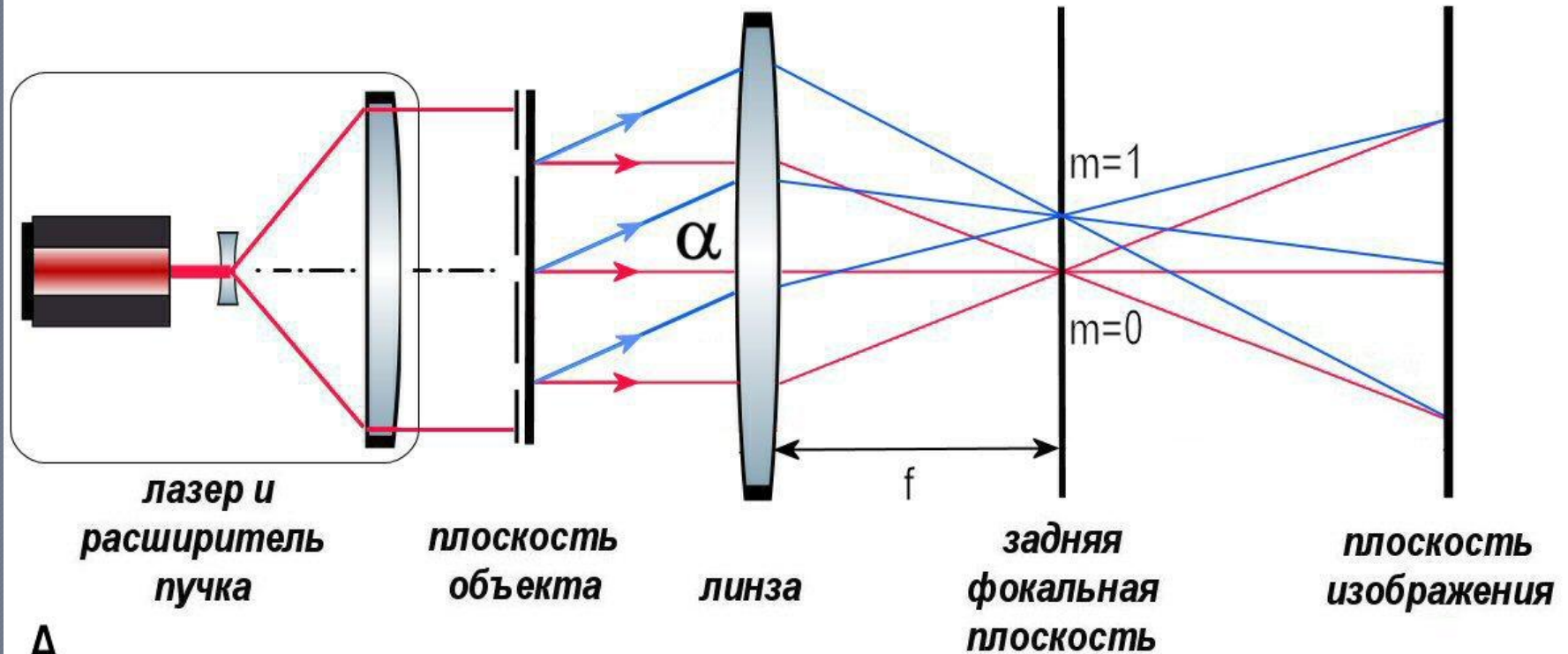


Дифракция - это огибание волнами препятствий на их пути

Условием интерференции и дифракции волн является их **когерентность** – постоянство длины волны и разности фаз

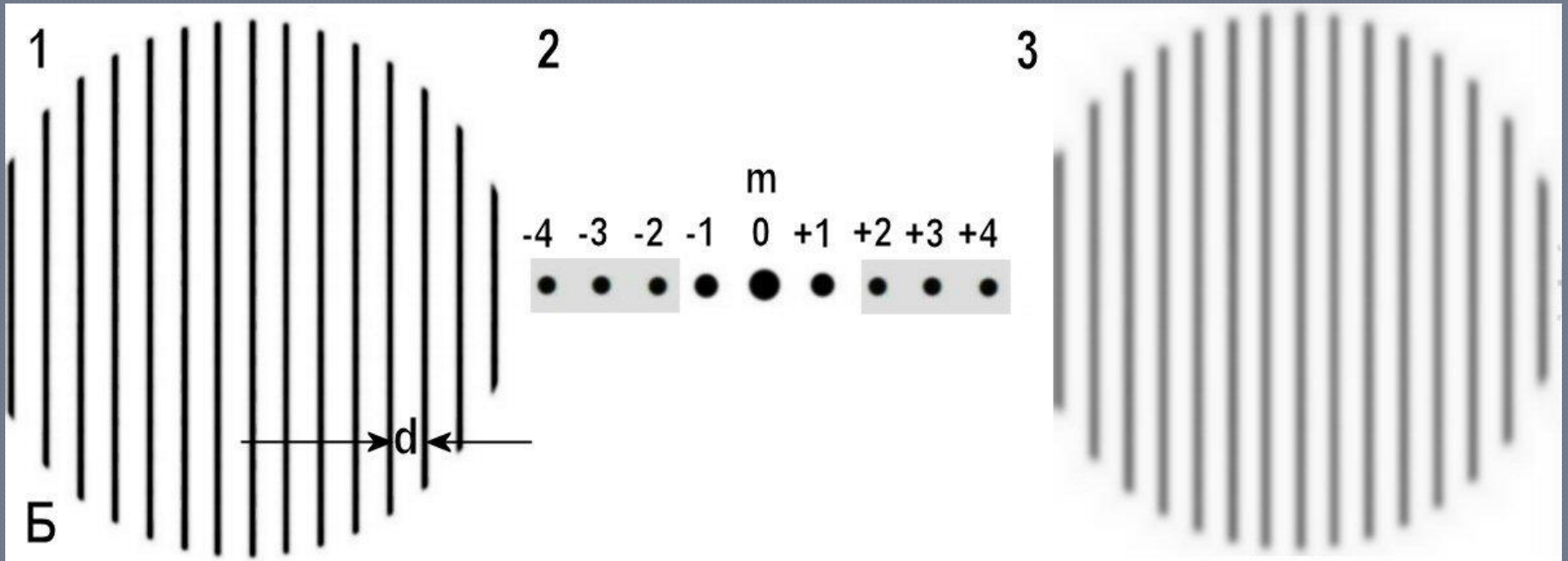


# Эксперимент Аббе



A

# Эксперимент Аббе

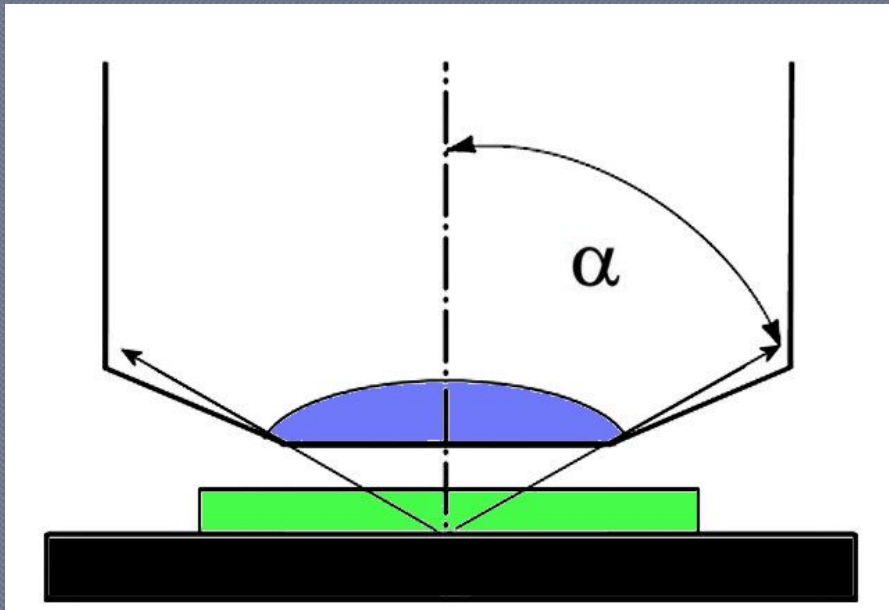


$$d * \sin \alpha = m * \lambda$$



# Формула Аббе

$$d = \lambda / n \sin \alpha$$



$\lambda$  – длина волны света;

$n$  – показатель преломления среды

$\alpha$  – половина угла раскрытия объектива

# 1-ая модификация формулы Аббе

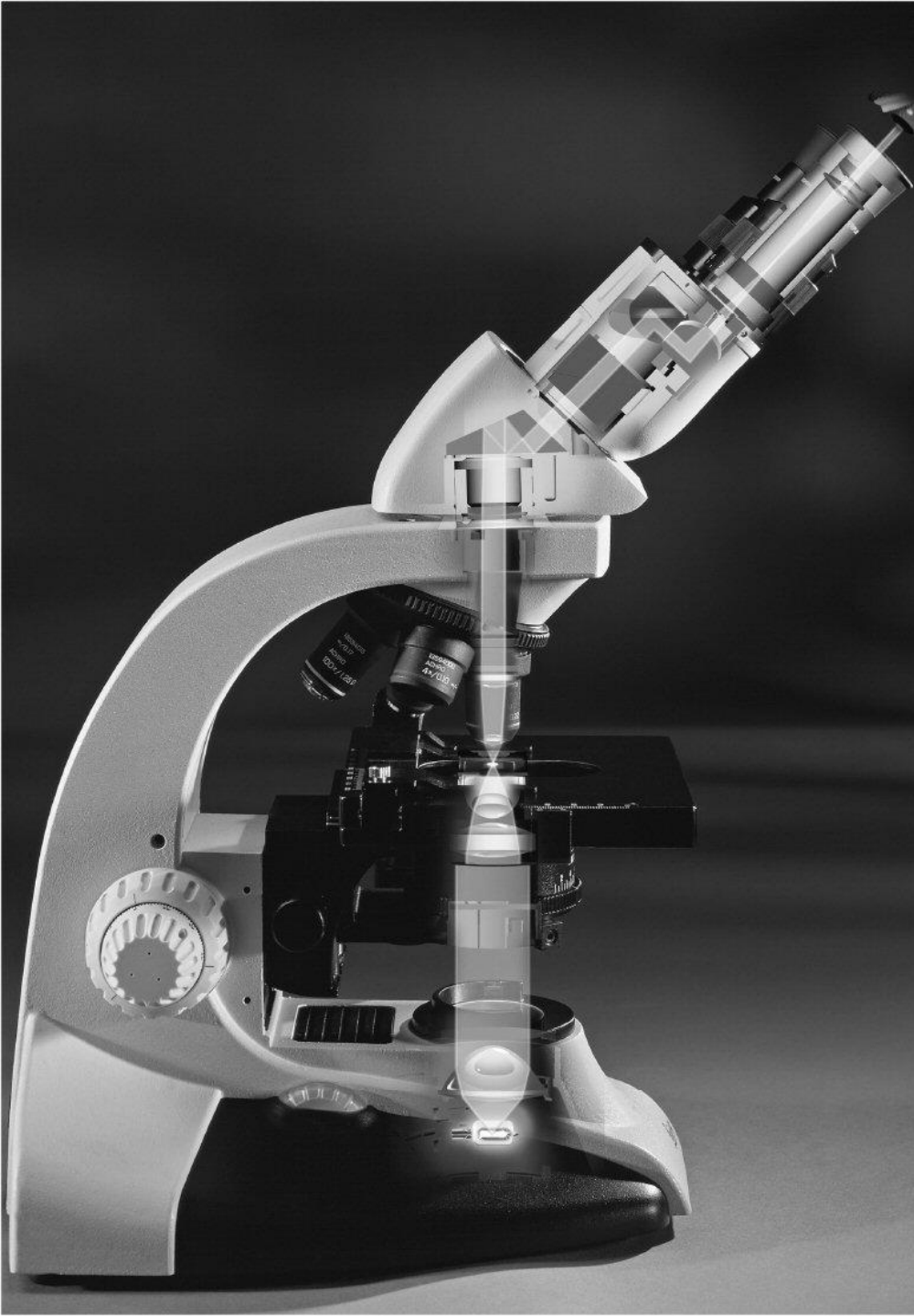
---

$$d = \lambda / NA$$

$\lambda$  – длина волны света;  $NA = n \sin\alpha$  – численная апертура (относительное отверстие) объектива

Формула Аббе показывает, что разрешающая способность микроскопа тем выше, чем меньше длина волны света, используемого для освещения препарата, и чем больше численные апертуры объектива и конденсора





## 2-ая модификация формулы Аббе

$$d = 1.22 \lambda / (NA_{об} + NA_{кон})$$

$$d = \lambda / 2NA$$

съемка живых клеток  
плоское поле  
флюоритовое  
стекло

увеличение/апертура  
дифференциально-  
интерференционный  
контраст

коррекция на  
бесконечность

толщина покровного  
стекла 0 или 0.19-0.15 мм

настройка на толщину  
покровного стекла  
выбор типа иммерсии

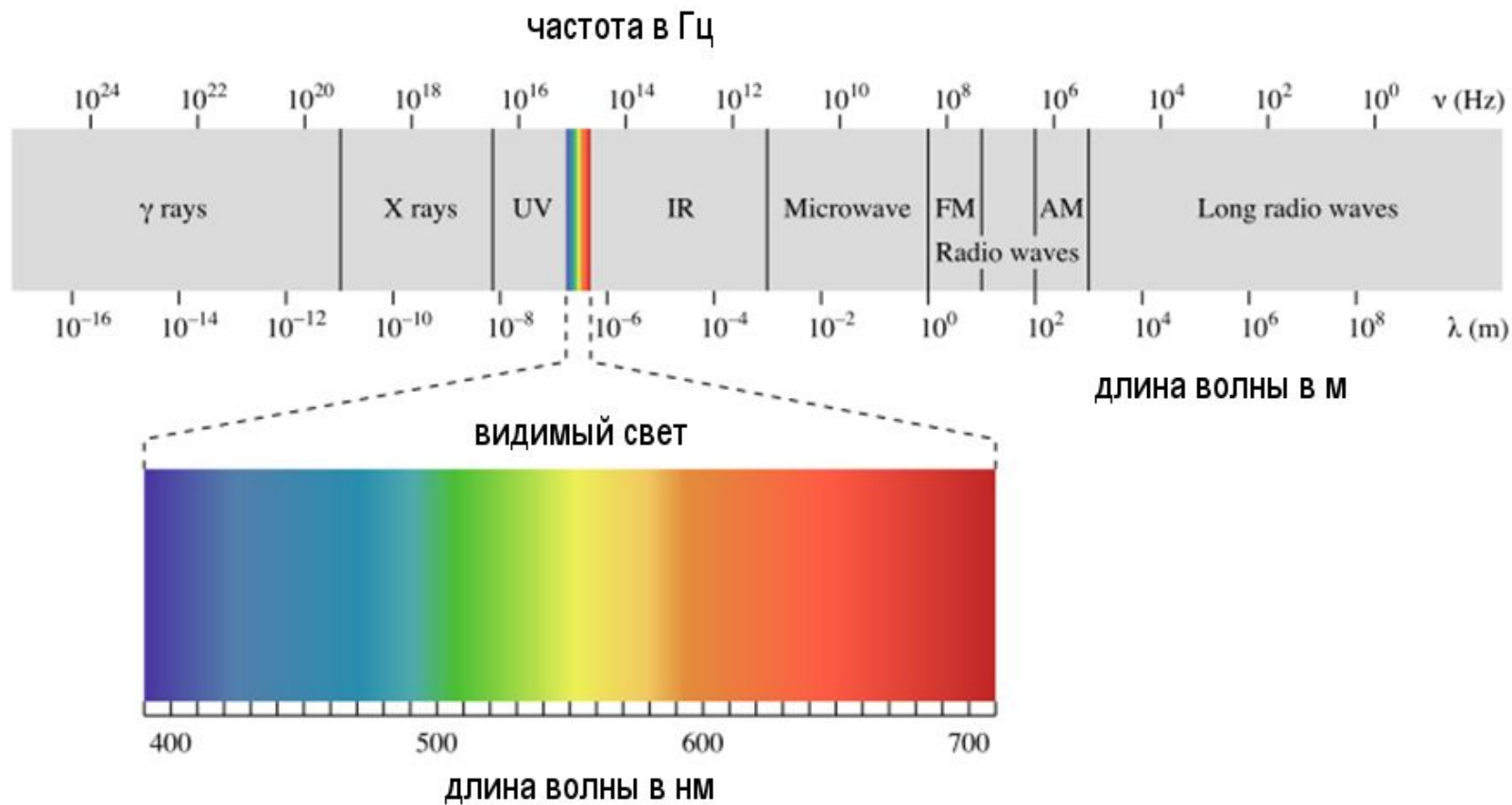




# Классификация методов микроскопии

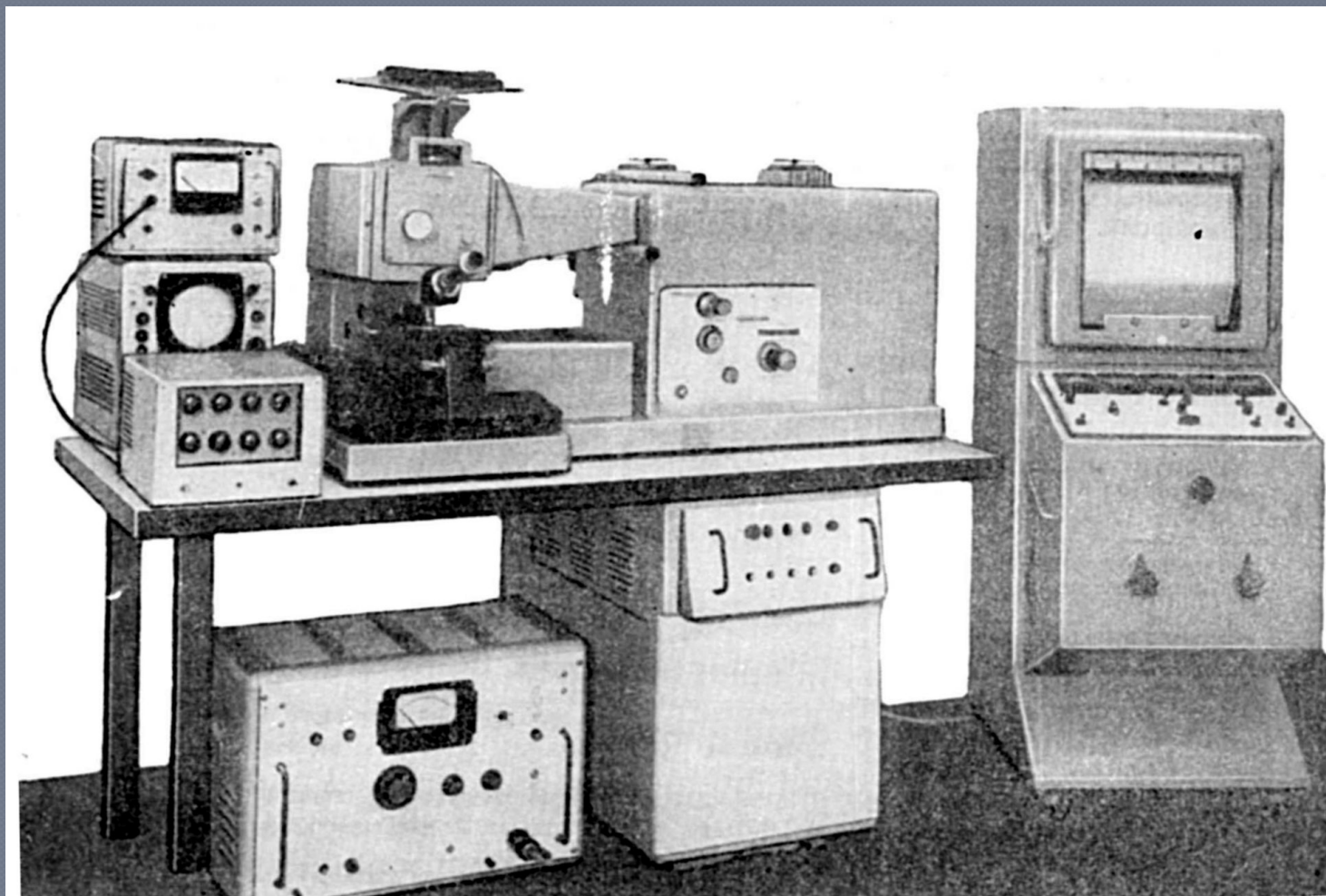
Методы повышения разрешения	Методы повышения контраста
Ультрафиолетовая микроскопия	Темное поле
Электронная микроскопия	Фазовый контраст
Рентгеновская микроскопия	Дифференциальный интерференционный контраст
	Флуоресцентная микроскопия
Конфокальная микроскопия	

# Шкала электромагнитных волн

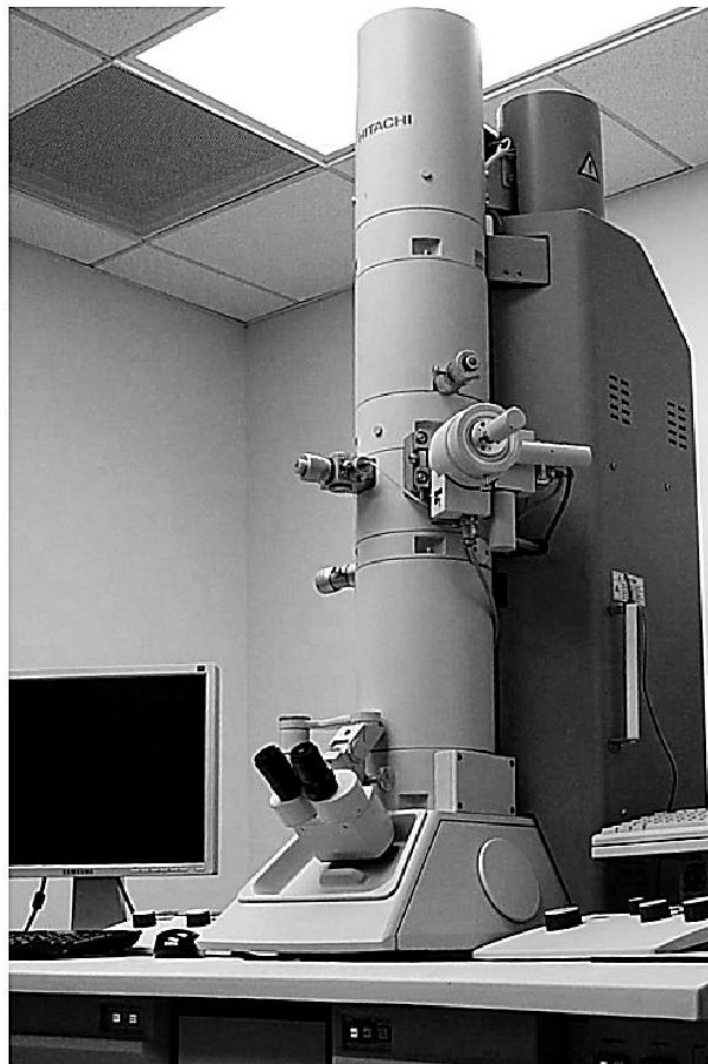
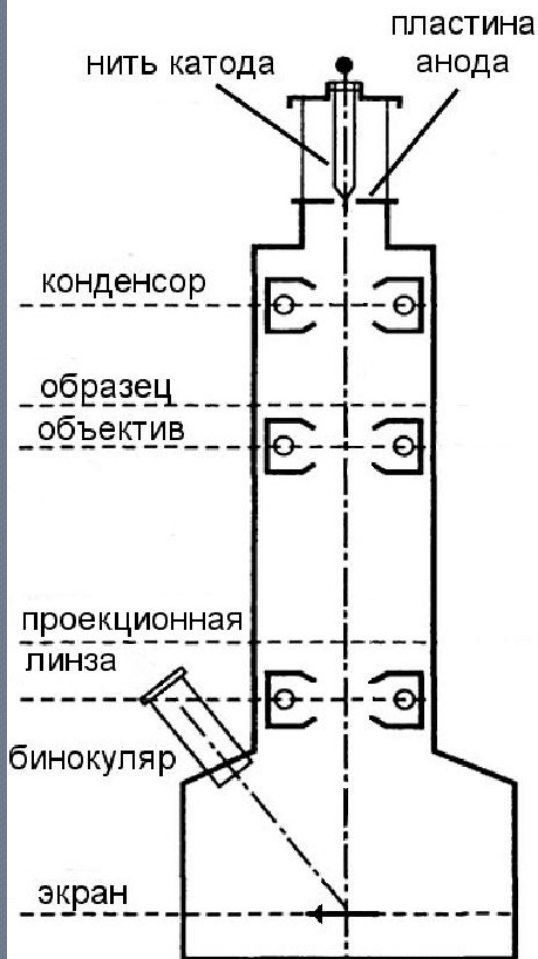




# Ультрафиолетовый микроскоп МУФ-5



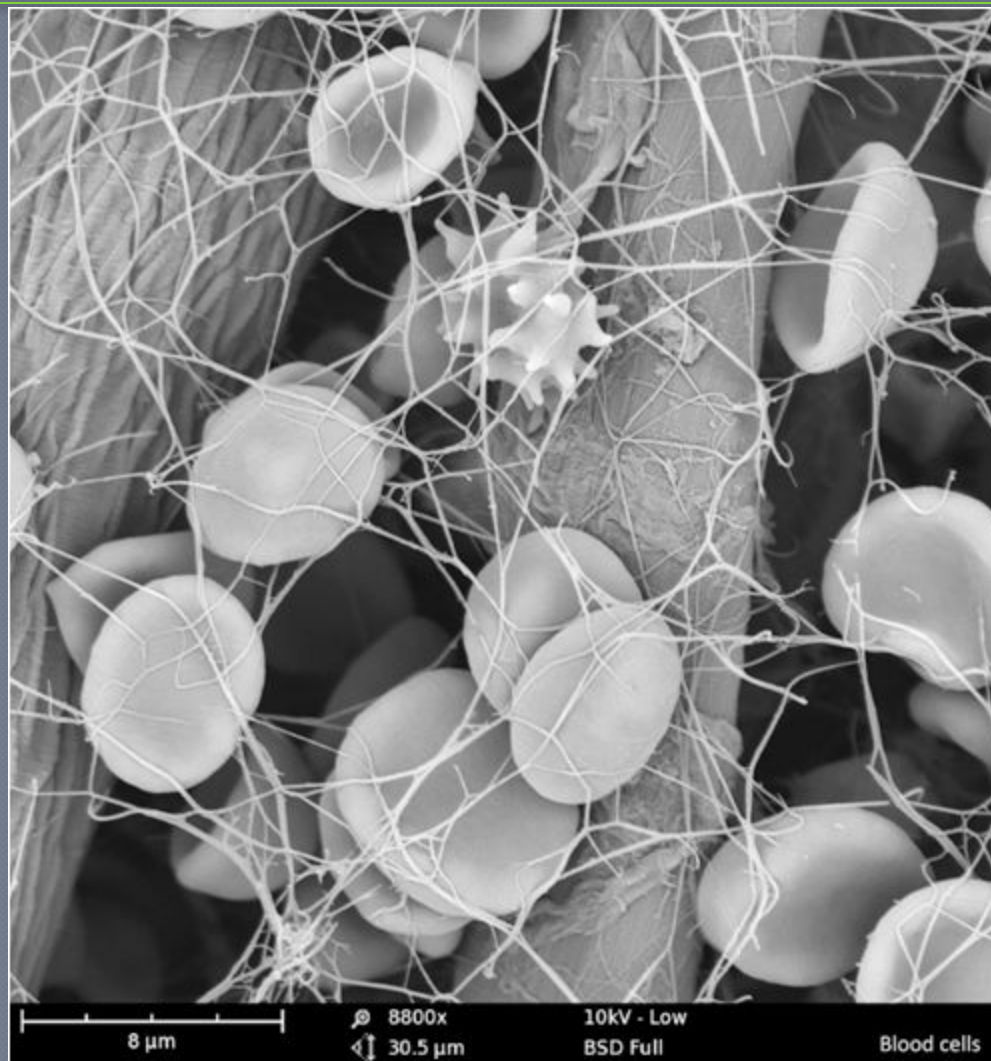
# Электронный микроскоп



Формула  
де Бройля  
 $\lambda = h/mv$

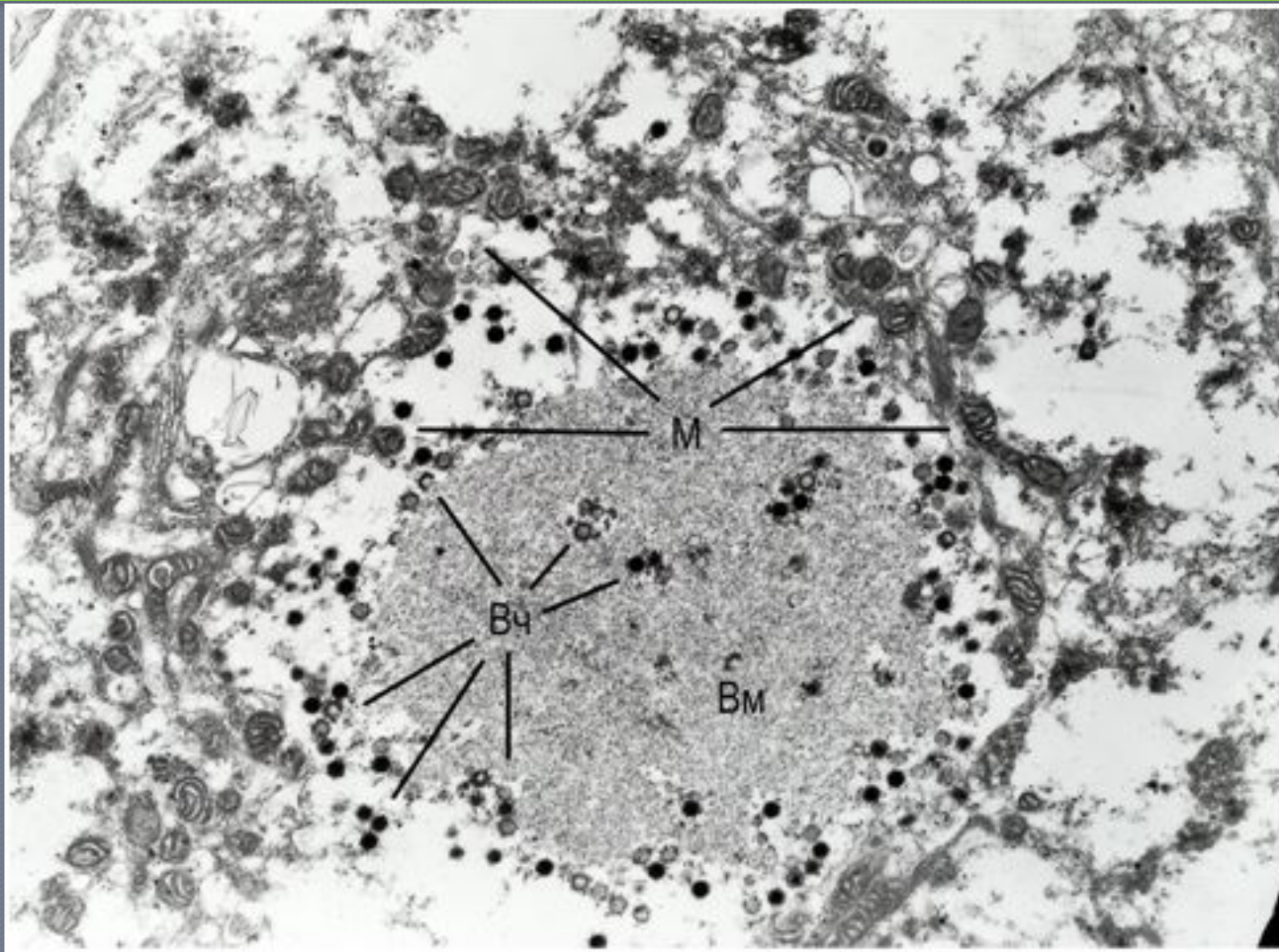


# Сканирующий электронный микроскоп





# Трансмиссионный электронный микроскоп

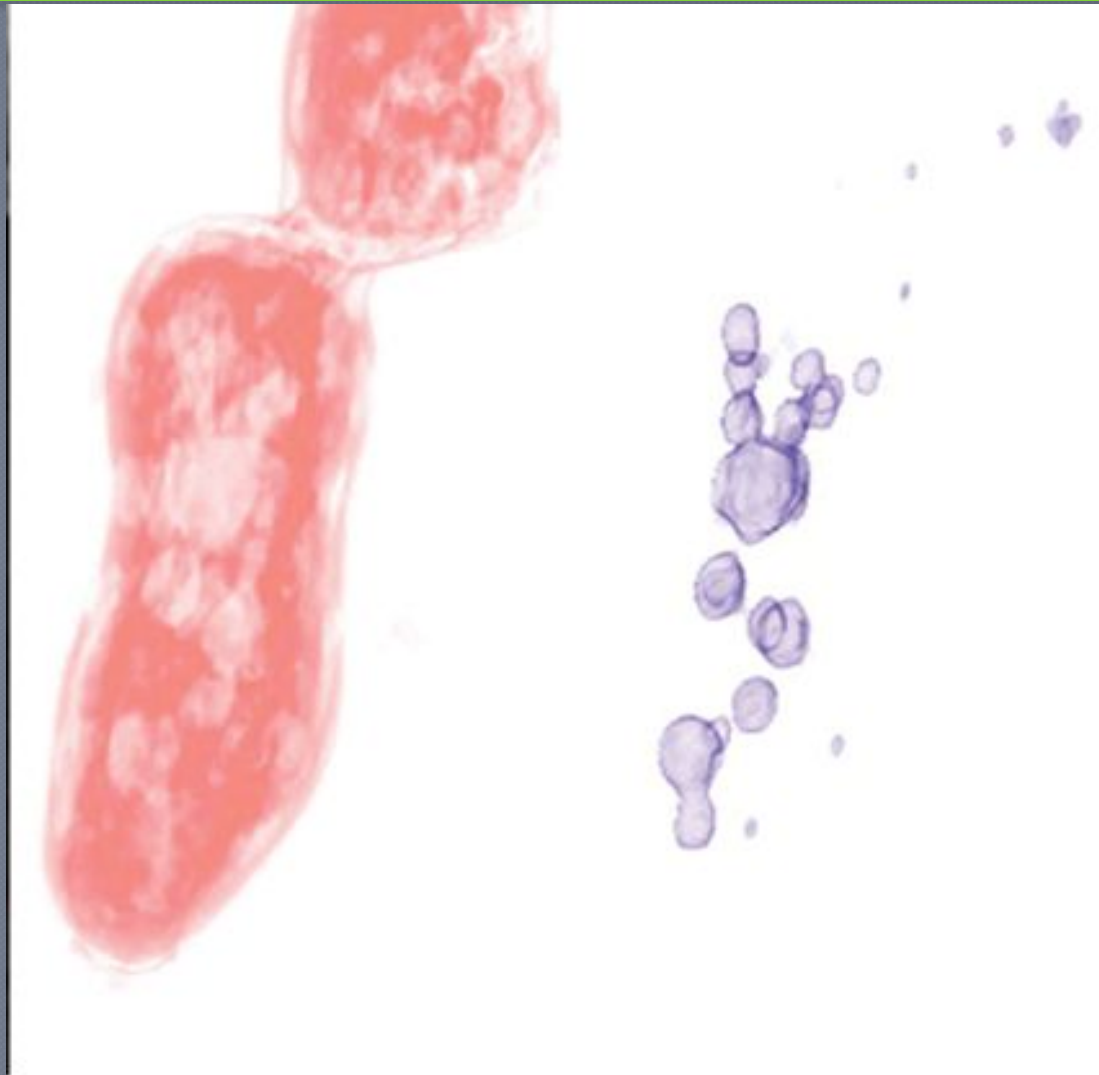




# Рентгеновский микроскоп



# Рентгеновский микроскоп





# Классификация методов микроскопии

Методы повышения разрешения	Методы повышения контраста
Ультрафиолетовая микроскопия	Темное поле
Электронная микроскопия	Фазовый контраст
Рентгеновская микроскопия	Дифференциальный интерференционный контраст
	Флуоресцентная микроскопия
Конфокальная микроскопия	

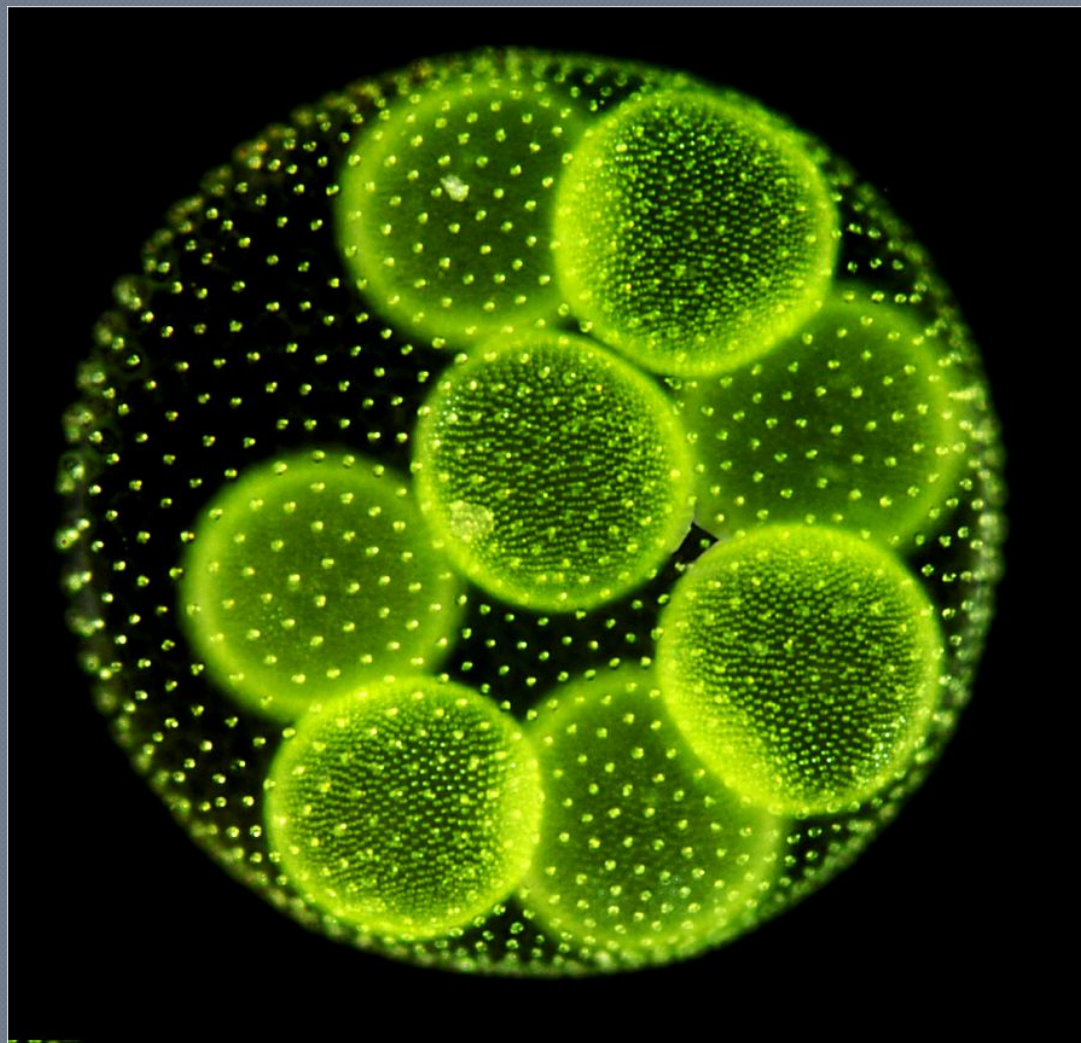
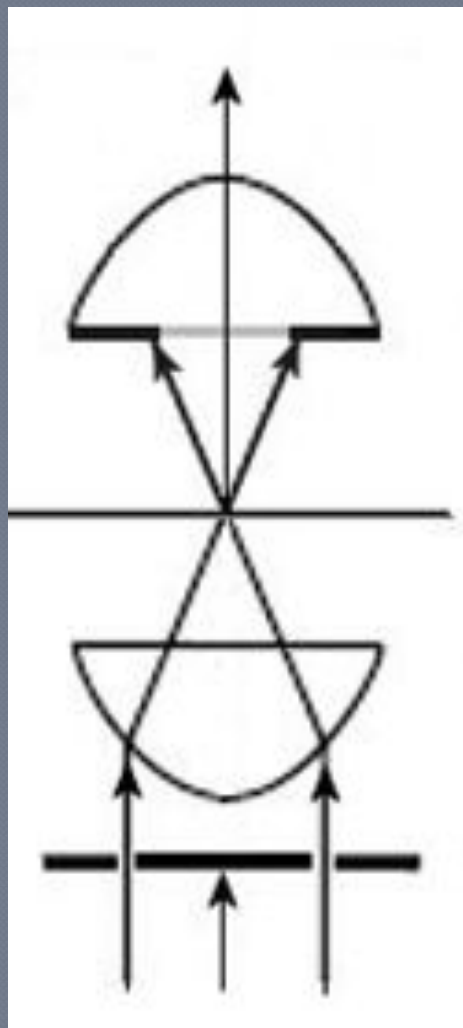


# Метод светлого поля: клетки *Vinca rosea*

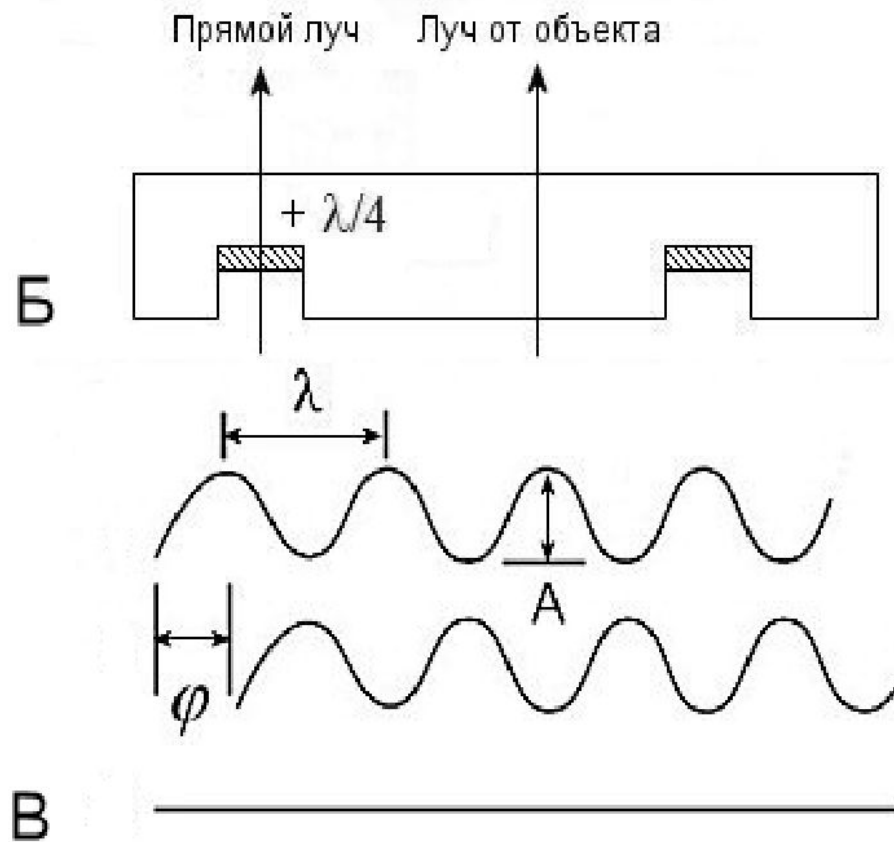
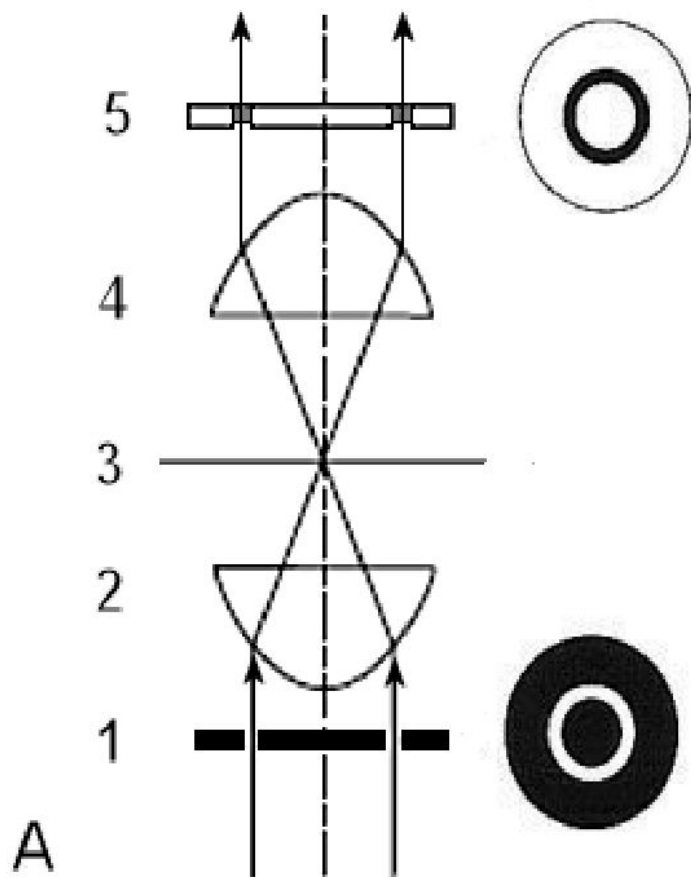




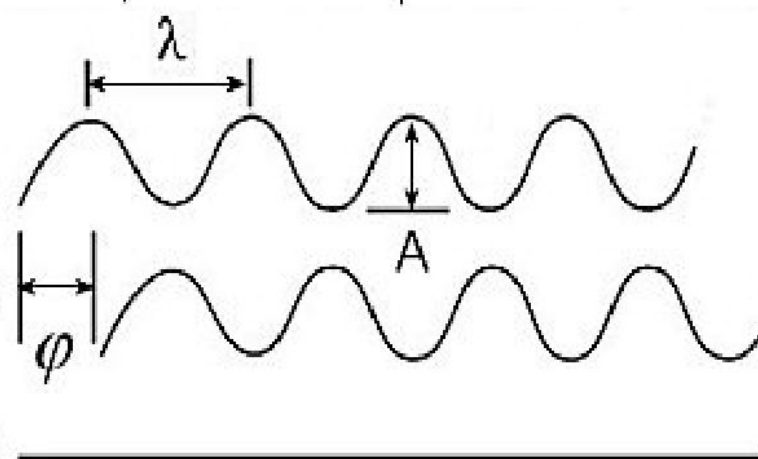
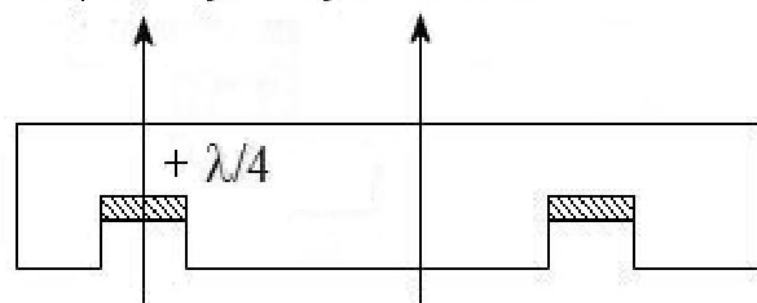
# Метод темного поля: *Volvox aureus*



# Метод фазового контраста



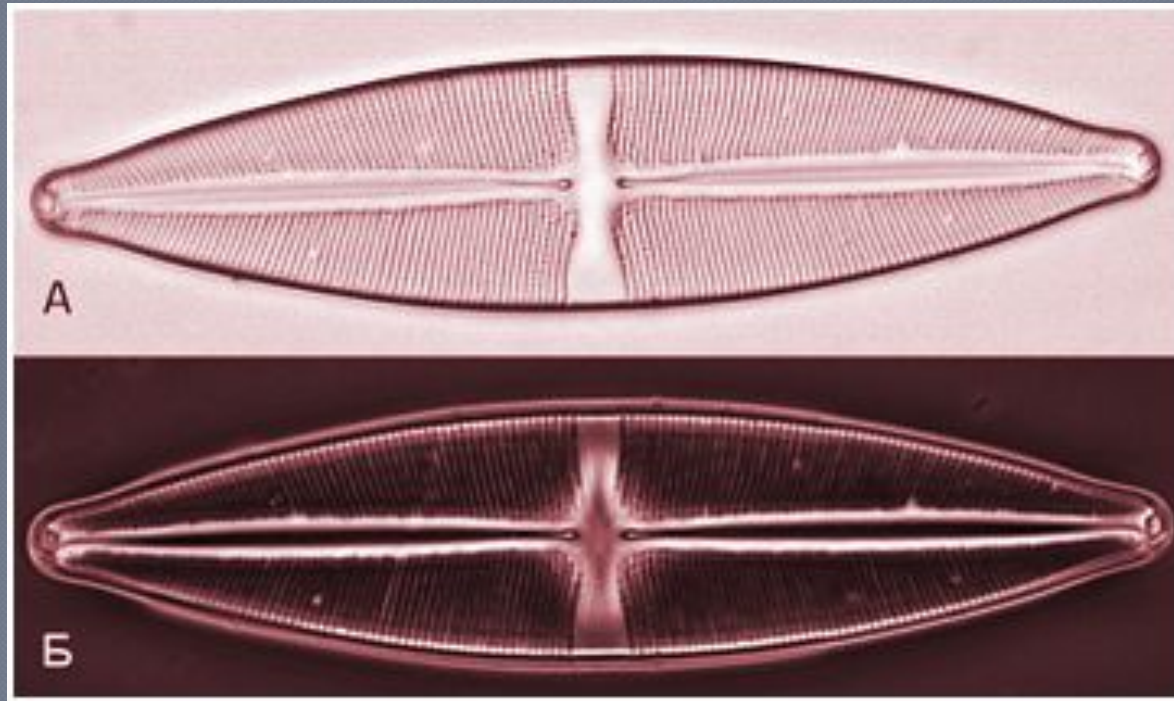
Прямой луч    Луч от объекта





# Метод фазового контраста

---

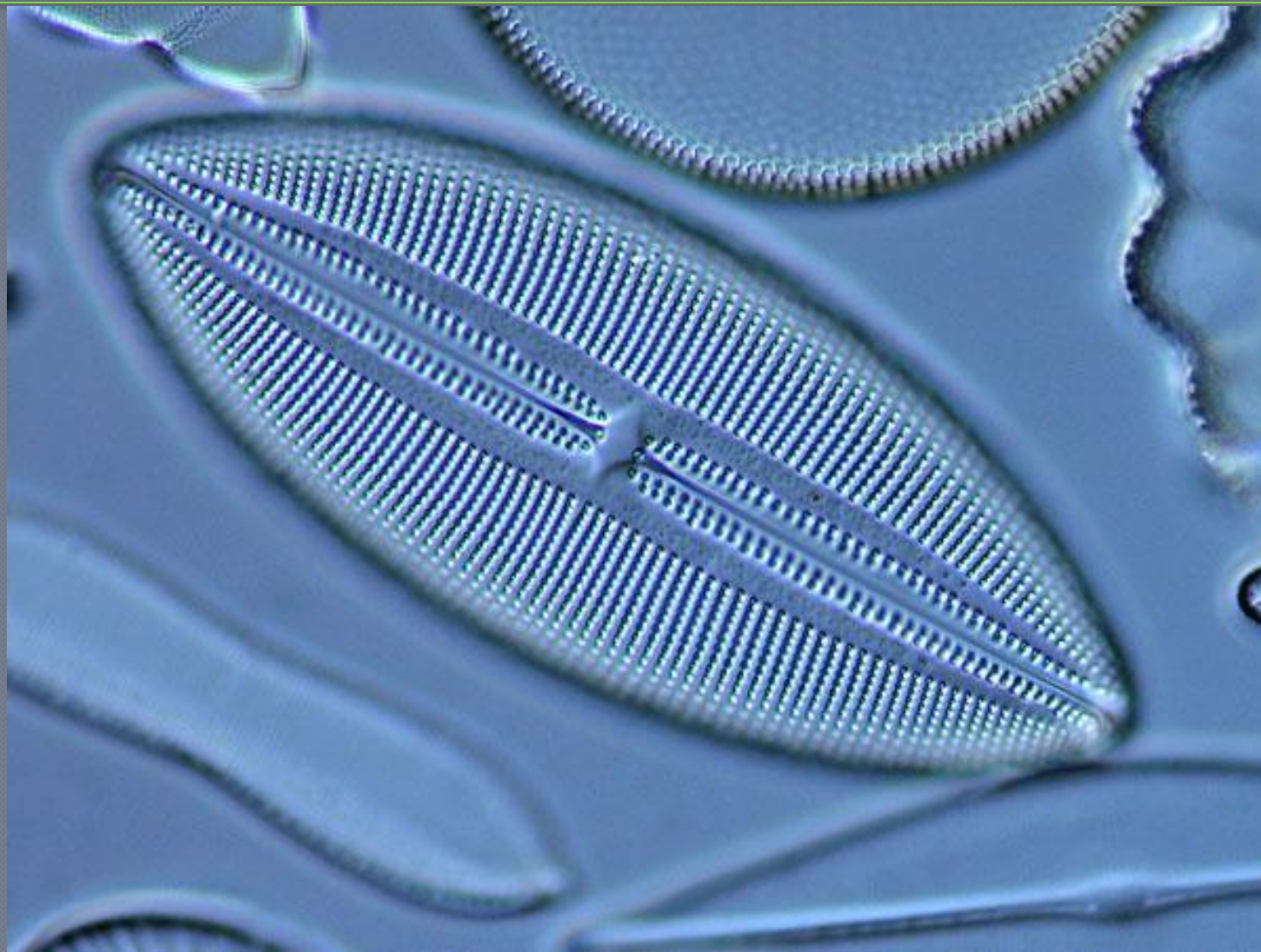


Диатомовая водоросль *Stauroneis phoenicenteron* в положительном (А) и отрицательном (Б) фазовом контрасте



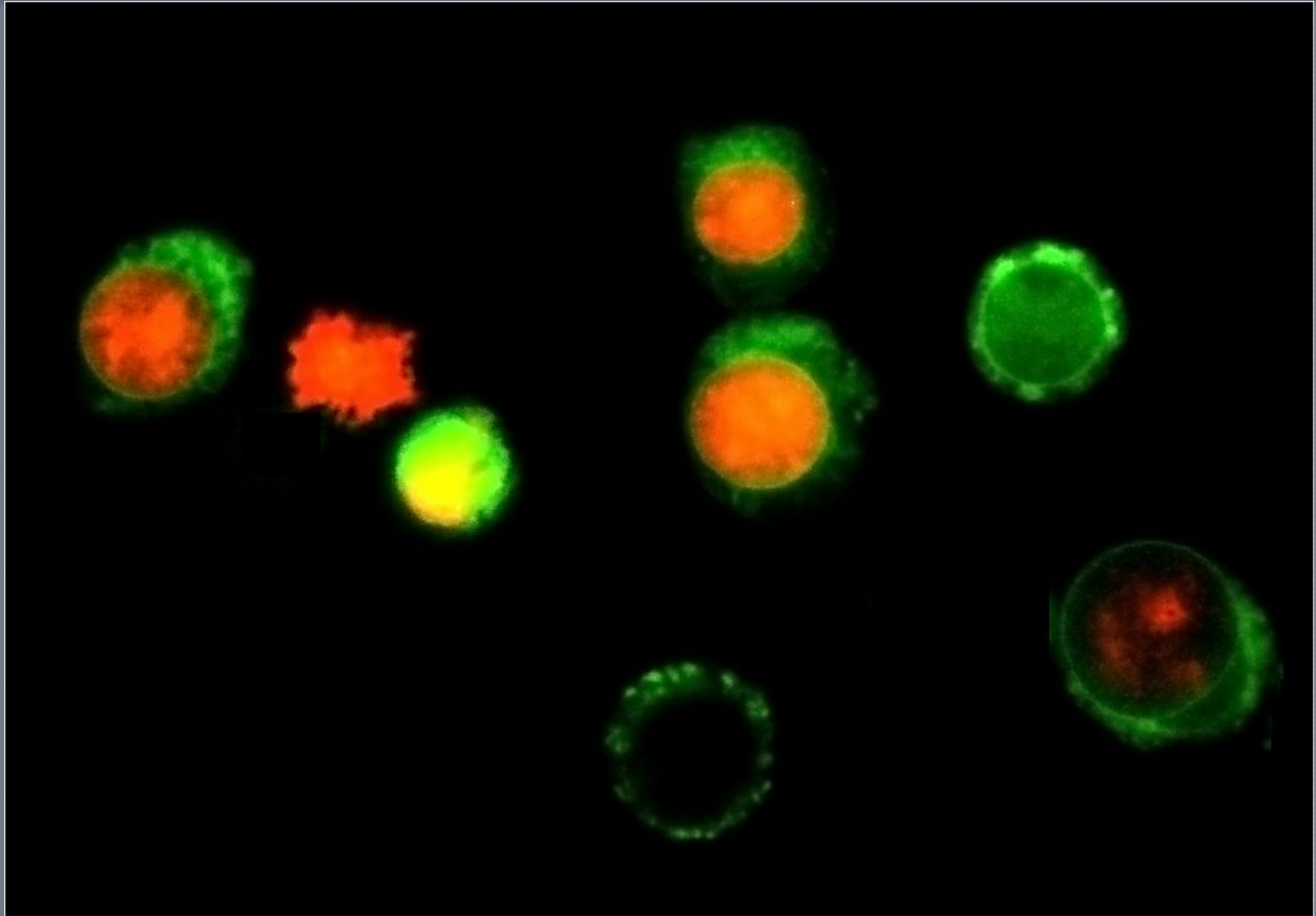
# Дифференциальный интерференционный контраст по Номарскому (DIC)

---

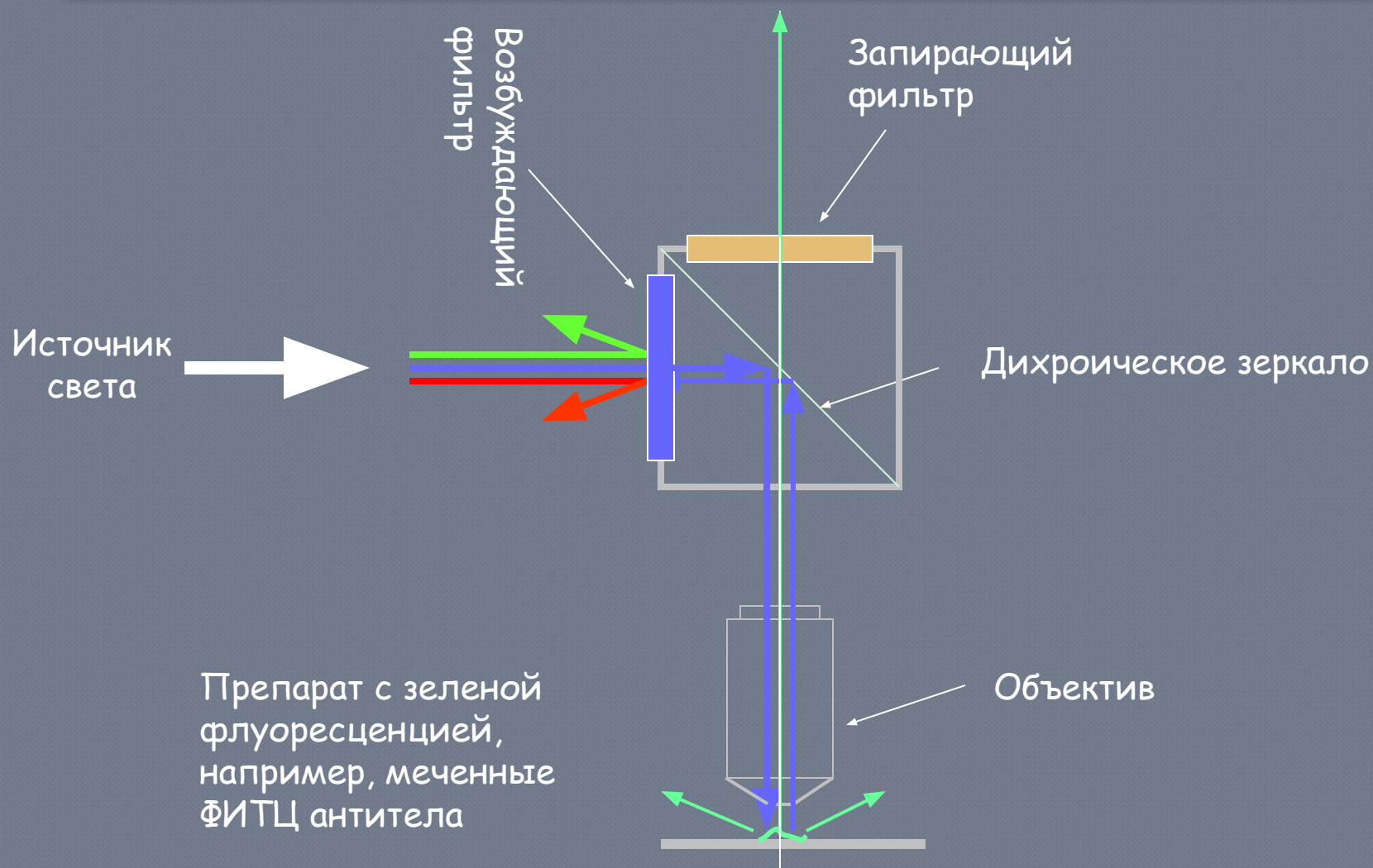




# Флуоресцентная микроскопия

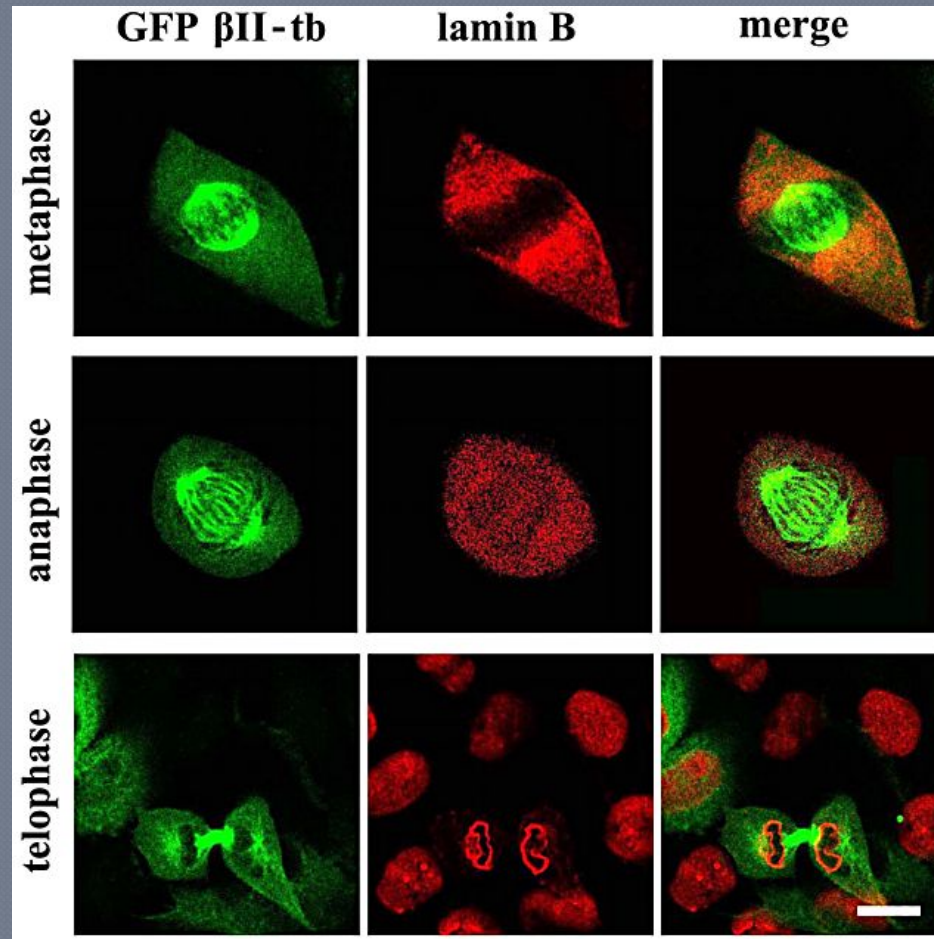


# Эпифлуоресцентная схема Брумберга-Крыловой





# Флуоресцентная микроскопия



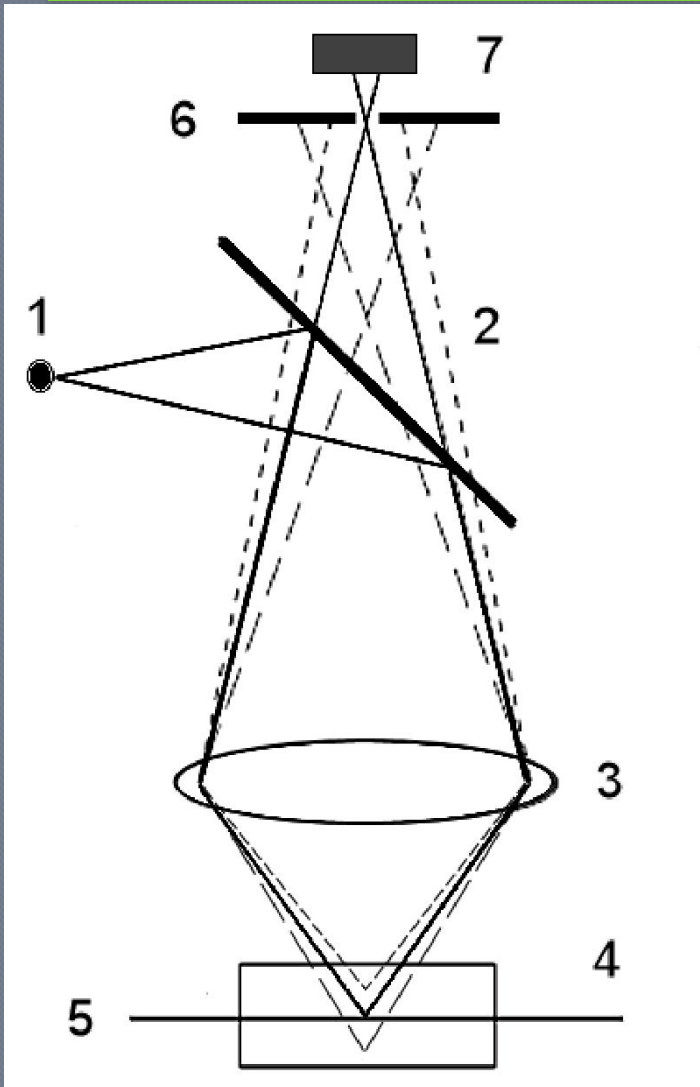
С помощью флуоресцирующих белков отслеживают экспрессию генов

# Классификация методов микроскопии

<b>Методы повышения разрешения</b>	<b>Методы повышения контраста</b>
Ультрафиолетовая микроскопия	Темное поле
Электронная микроскопия	Фазовый контраст
Рентгеновская микроскопия	Дифференциальный интерференционный контраст
	Флуоресцентная микроскопия
<b>Конфокальная микроскопия</b>	



# Принцип конфокальности



1 – точечный источник света,  
2 – полупрозрачное зеркало,  
3 – объектив,  
4 – препарат,  
5 – фокальная плоскость,  
6 – точечная диафрагма,  
7 - детектор

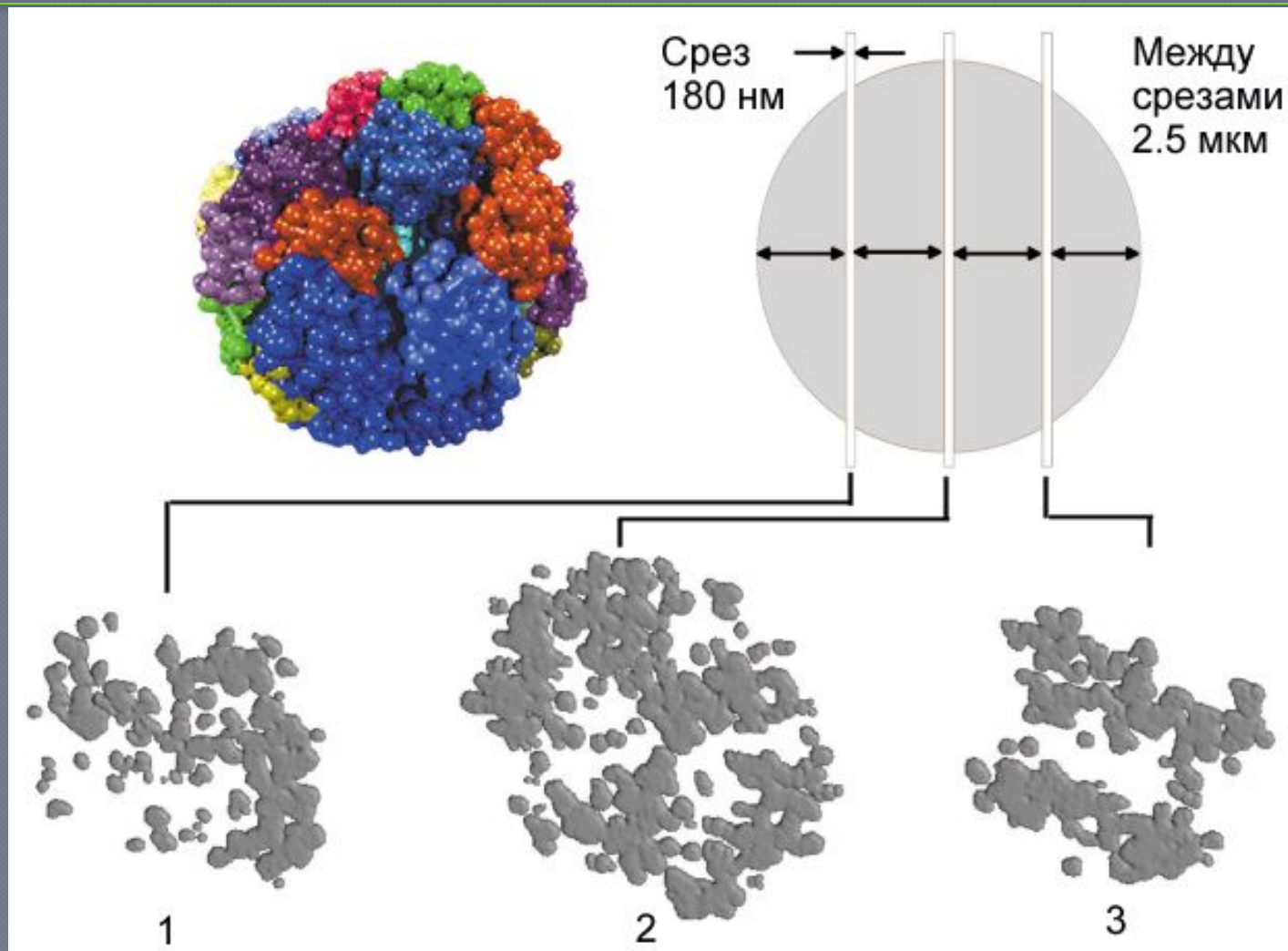
Марвин Мински (1957)

# Конфокальный микроскоп ZEISS LSM PASCAL





# 3D-реконструкция клеточного ядра



**СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ**

---