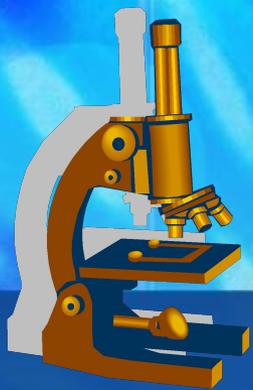


Нет микроскопа, который бы так  
увеличивал, как глаза человека,  
любующегося собой.

Александр Поп



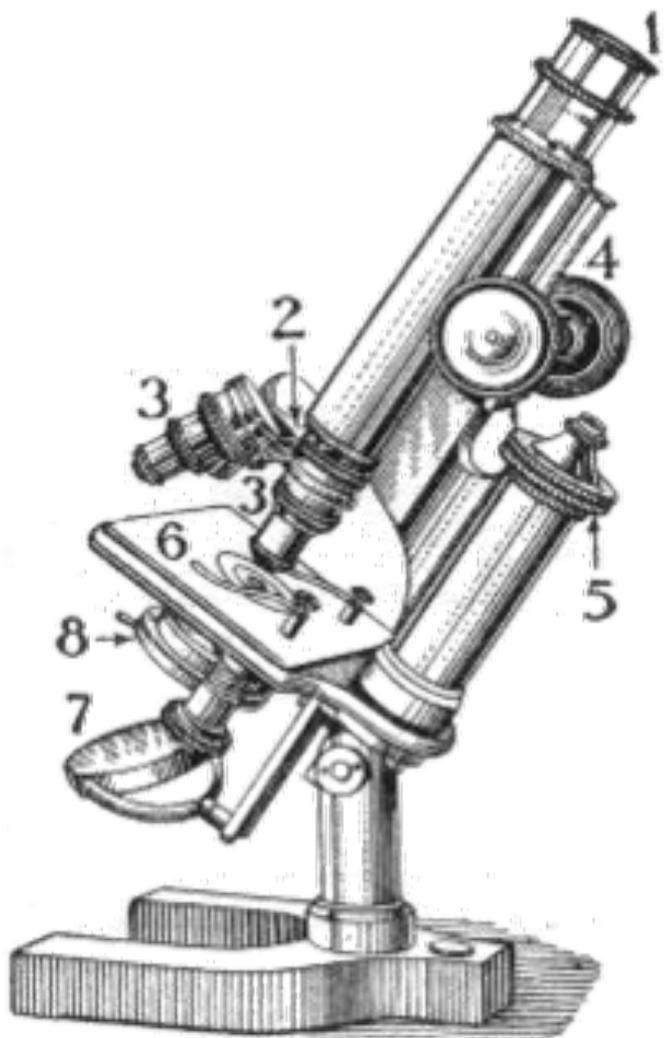
# История микроскопа



- Первые микроскопы, изобретённые человечеством, были оптическими, и первого их изобретателя не так легко выделить и назвать. Самые ранние сведения о микроскопе относят к 1590 году и городу Мидделбург, что в Голландии, и связывают с именами Иоанна Липперсгея (который также разработал первый простой оптический телескоп) и Захария Янсена, которые занимались изготовлением очков. Чуть позже, в 1624-ом году Галилео Галилей представляет свой составной микроскоп, который он первоначально назвал «оккиолино» (*occholino ital.* — маленький глаз). Годом спустя его друг по Академии Джованни Фабер предложил для нового изобретения термин **микроскоп**.

Рисунок микроскопа из  
английского словаря 1911  
года.

## Микроскопы 18 века



# Разрешающая способность микроскопов

- Разрешающая способность микроскопа — это способность выдавать чёткое отдельное изображение двух близко расположенных точек объекта. Степень проникновения в микромир, возможности его изучения зависят от разрешающей способности прибора. Эта характеристика определяется прежде всего длиной волны используемого в микроскопии излучения (видимое, ультрафиолетовое, рентгеновское излучение).  
Фундаментальное ограничение заключается в невозможности получить при помощи электромагнитного излучения изображение объекта, меньшего по размерам, чем длина волны этого излучения.
- «Проникнуть глубже» в микромир возможно при применении излучений с меньшими длинами волн.

# Оптические микроскопы

- Человеческий глаз представляет собой естественную оптическую систему, характеризующуюся определённым разрешением, т. е. наименьшим расстоянием между элементами наблюдаемого объекта (воспринимаемыми как точки или линии), при котором они ещё могут быть отличны один от другого. Для нормального глаза при удалении от объекта на т. н. расстояние наилучшего видения ( $D = 250 \text{ мм}$ ), среднестатистическое нормальное разрешение составляет  $0,176 \text{ мм}$ . Размеры микроорганизмов, большинства растительных и животных клеток, мелких кристаллов, деталей микроструктуры металлов и сплавов и т. п. значительно меньше этой величины.
- До середины XX века работали только с видимым оптическим излучением, в диапазоне  $400\text{—}700 \text{ нм}$ , а также с ближним ультрафиолетом (люминесцентный микроскоп). Оптический микроскоп способен различать структуры с расстоянием между точками до  $\sim 0,20 \text{ мкм}$ , поэтому максимальное увеличение, которого можно было добиться, составляло  $\sim 2000$  крат.



# Электронные микроскопы

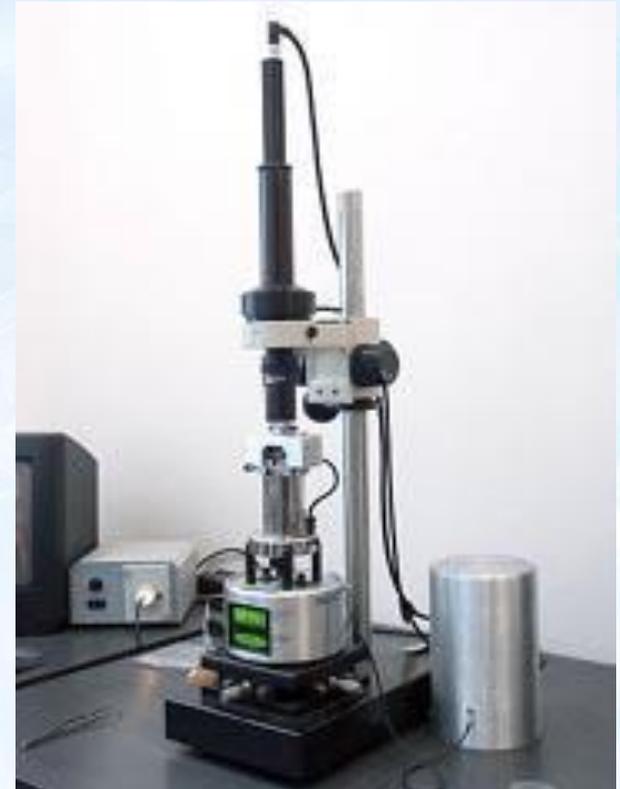
- Пучок электронов, которые обладают свойствами не только частицы, но и волны, может быть использован в микроскопии.
- Длина волны электрона зависит от его энергии, а энергия электрона равна  $E = Ve$ , где  $V$  — разность потенциалов, проходимая электроном,  $e$  — заряд электрона. Длины волн электронов при прохождении разности потенциалов 200 000 В составляет порядка 0,1 нм. Электроны легко фокусировать электромагнитными линзами, так как электрон — заряженная частица. Электронное изображение может быть легко переведено в видимое.

Электронный микроскоп . Модель 1960-х годов



# Сканирующие зондовые микроскопы

- Класс микроскопов основанных на сканировании поверхности зондом.
- Сканирующие зондовые микроскопы (СЗМ) — относительно новый класс микроскопов. На СЗМ изображение получают путем регистрации взаимодействий между зондом и поверхностью. На данном этапе развития возможно регистрировать взаимодействие зонда с отдельными атомами и молекулами, благодаря чему СЗМ по разрешающей способности сопоставимы с электронными микроскопами, а по некоторым параметрам превосходят их.



# Рентгеновский микроскоп

- **Рентгеновский микроскоп** — устройство для исследования очень малых объектов, размеры которых сопоставимы с длиной рентгеновской волны. Основан на использовании электромагнитного излучения с длиной волны от 0,01 до 1 нанометра.
- Рентгеновские микроскопы по разрешающей способности находятся между электронными и оптическими микроскопами. Теоретическая разрешающая способность рентгеновского микроскопа достигает 2-20 нанометров, что на порядок больше разрешающей способности оптического микроскопа (до 150 нанометров). В настоящее время существуют рентгеновские микроскопы с разрешающей способностью около 5 нанометров.



# Дифференциальный интерференционно-контрастный микроскоп

- Интерференционно-контрастная микроскопия или микроскопия Номарского — световая оптическая микроскопия, используемая для создания контраста в неокрашенных прозрачных образцах. ДИК микроскоп позволяет определить оптическую плотность исследуемого объекта на основе принципа интерференции и таким образом увидеть недоступные глазу детали. Относительно сложная оптическая система позволяет создать чёрно-белую картину образца на сером фоне. Это изображение подобно тому, которое можно получить с помощью фазово-контрастного микроскопа, но в нём отсутствует дифракционное гало.
- В ДИК микроскопе поляризованный луч из источника света разделяется на два луча, которые проходят через образец разными оптическими путями. Длина этих оптических путей (т. е. произведение показателя преломления и геометрической длины пути) различна. Впоследствии эти лучи интерферируют при слиянии. Это позволяет создать объемное рельефное изображение, соответствующее изменению оптической плотности образца, акцентируя линии и границы. Эта картина не является точной топографической картиной.