

ния апертур конденсора и объектива; обычно освещит. апертура устанавливается равной  $2/3$  апертуры объектива, при этом освещение приближается к некогерентному. Для несамосветящихся объектов предельное разрешение  $\delta_{пр} \sim \lambda / (A + A')$ , где  $A'$  — числовая апертура конденсора.

Разрешающая способность  $M$ . ( $\sim 1/\delta_{пр}$ ) прямо пропорциональна апертуре объектива, и для её повышения пространство между объективом и предметом заполняется жидкостью с большим ( $n > 1$ ) показателем преломления (см. Иммерсионная система). Макс. апертура «сухих» объективов  $A \approx 0,95$ ; апертура объективов с масляной иммерсией может быть доведена до 1,4. При этом в видимой области возможно разрешение структур с расстоянием между элементами  $\sim 0,2$  мкм.

Существование предела разрешающей способности влияет на выбор увеличения  $M$ . Увеличение  $M$ . в пределах 500—1000  $A$  наз. полезным, т. к. при нём глаз различает все элементы структуры объекта, разрешаемые  $M$ . Более слабые увеличения не позволяют выявить все детали, а большие увеличения бесполезны, т. к. никаких новых подробностей структуры не выявляют. Однако иногда такие увеличения применяют в микрофотографии, при микропроецировании.

Глубина резкого изображения  $M$ ., характеризующая возможные пределы продольного перемещения бесконечно тонкого объекта без заметного ухудшения резкости, складывается из волновой глубины  $T_v = n\lambda/2A^2$  ( $n$  — показатель преломления объекта), обусловленной дифракц. размытием точки вдоль оптич. оси, и геом. глубины  $T_r = 1000/7A\Gamma_m$ , связанной с конечной остротой зрения наблюдателя ( $\sim 2'$ ). Напр., если  $n = 1,5$ ,  $A = 1,0$ ,  $\lambda = 0,55$  мкм,  $\Gamma_m = 1000$ , то  $T_v = 0,41$  мкм,  $T_r = 0,14$  мкм и глубина резкого изображения  $M$ .  $T = 0,55$  мкм.

Как показал Аббе, степень подобия изображения в  $M$ . самому объекту зависит от апертуры объектива. Если объект — дифракц. решётка  $PQ$  (рис. 3), освещённая параллельным пучком света, то дифрагиров.

волны образуют в плоскости апертурной диафрагмы  $ae$  объектива дифракц. (простравств.) спектры объекта разных порядков (по Аббе — первичное изображение объекта). Эти спектры представляют собой совокупность дифракц. максимумов ( $0$  и  $1$  на рис.), расположенных в задней фокальной плоскости объектива на расстоянии тем больше, чем меньше интервал между штрихами решётки, т. к. чем мельче структура, тем на больший угол  $2u$  отклоняется дифрагиров. свет. Следовательно, для разрешения

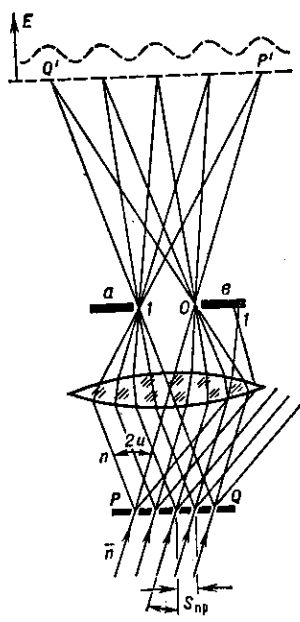


Рис. 3. Схема образования изображения несамосветящегося объекта по Аббе. Вверху — распределение освещённости в плоскости изображения;  $0, 1$  — дифракционные максимумы;  $ae$  — апертурная диафрагма.

мелких структур нужна большая апертура. Изображение решётки  $P'Q'$  в плоскости увеличенного изображения (по Аббе — вторичное изображение) возникает в результате интерференции пучков света, исходящих из дифракц. максимумов разных порядков. Получаемое изображение тем ближе к оригиналу, чем больше максимумов участвует в формировании изображения. В

частном случае, когда расстояние между штрихами меньше предела разрешения  $M$ ., то угол  $2u$  такой большой, что боковые максимумы не проходят через зрачок объектива (апертуру) и в плоскости изображения вместо периодич. структуры наблюдается равномерно освещённое поле.

Основные механические и оптические узлы  $M$ . показаны на рис. 4, где изображён разрез упрощённого биол.  $M$ . Штатив  $M$ . имеет предметный столик  $6$ , под

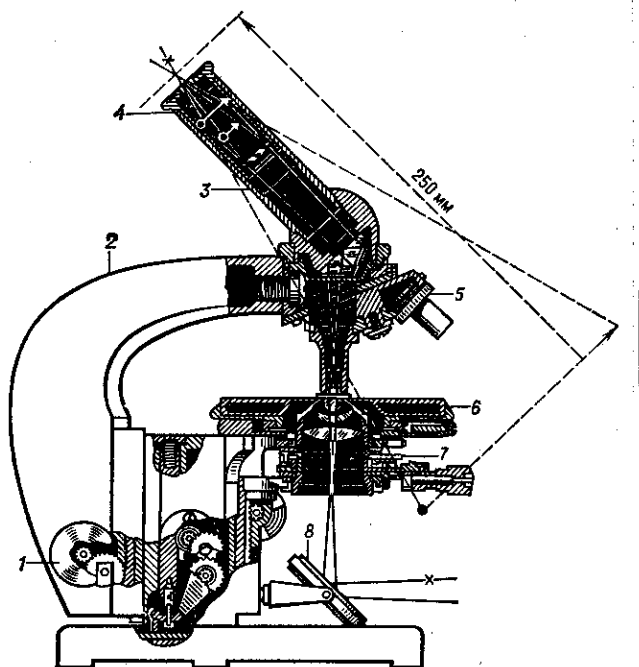


Рис. 4. Разрез биологического микроскопа и ход лучей: 1 — микрометр; 2 — тубусодержатель; 3 — тубус; 4 — окуляр; 5 — объектив; 6 — предметный столик; 7 — конденсор; 8 — зеркало.

к-рым находится конденсор 7. Тубусодержатель 2 несёт тубус 3 с окуляром 4 и револьвер с объективом 5. Фокусировка  $M$ . производится передвижением тубусодержателя с помощью грубого и микрометричного механизмов 1. Зеркало 8 направляет свет в конденсор  $M$ ., к-рый в зависимости от выбранного метода наблюдения может быть светопольным, темнопольным или фазово-контрастным (см. *Микроскопия*).

Микрообъективы по степени исправления хроматич. aberrации разделяются на ахроматы, у к-рых исправлена хроматич. aberrация для двух длин волн и остаётся небольшая окраска изображения, и апохроматы, у к-рых хроматич. aberrация исправлена для трёх длин волн и к-рые дают бесцветное изображение объекта. Существуют также суперапохроматы — линзовые системы, ахроматизованные одновременно в УФ- и видимой областях спектра (250—700 нм). Планахроматы и планапохроматы имеют плоское поле зрения, что особенно важно для микрофотографии. Кроме того, микрообъективы различаются: по длине тубуса, на к-рую они рассчитаны, — на тубусы 160 мм, 190 мм и «бесконечность» (объективы последнего типа применяются в  $M$ . совместно с дополнит. линзой, к-рая переносит изображение из бесконечности в фокальную плоскость окуляра); по среде между объективом и препаратом — на сухие и иммерсионные системы разл. типов: водные, глицериновые, масляные и т. д.; по методу наблюдения — на обычные и фазово-контрастные; по типу препаратов — с покровным стеклом и без него и т. д. Разл. приспособления к  $M$ . позволяют улучшать условия наблюдения и расширять возможности исследования.