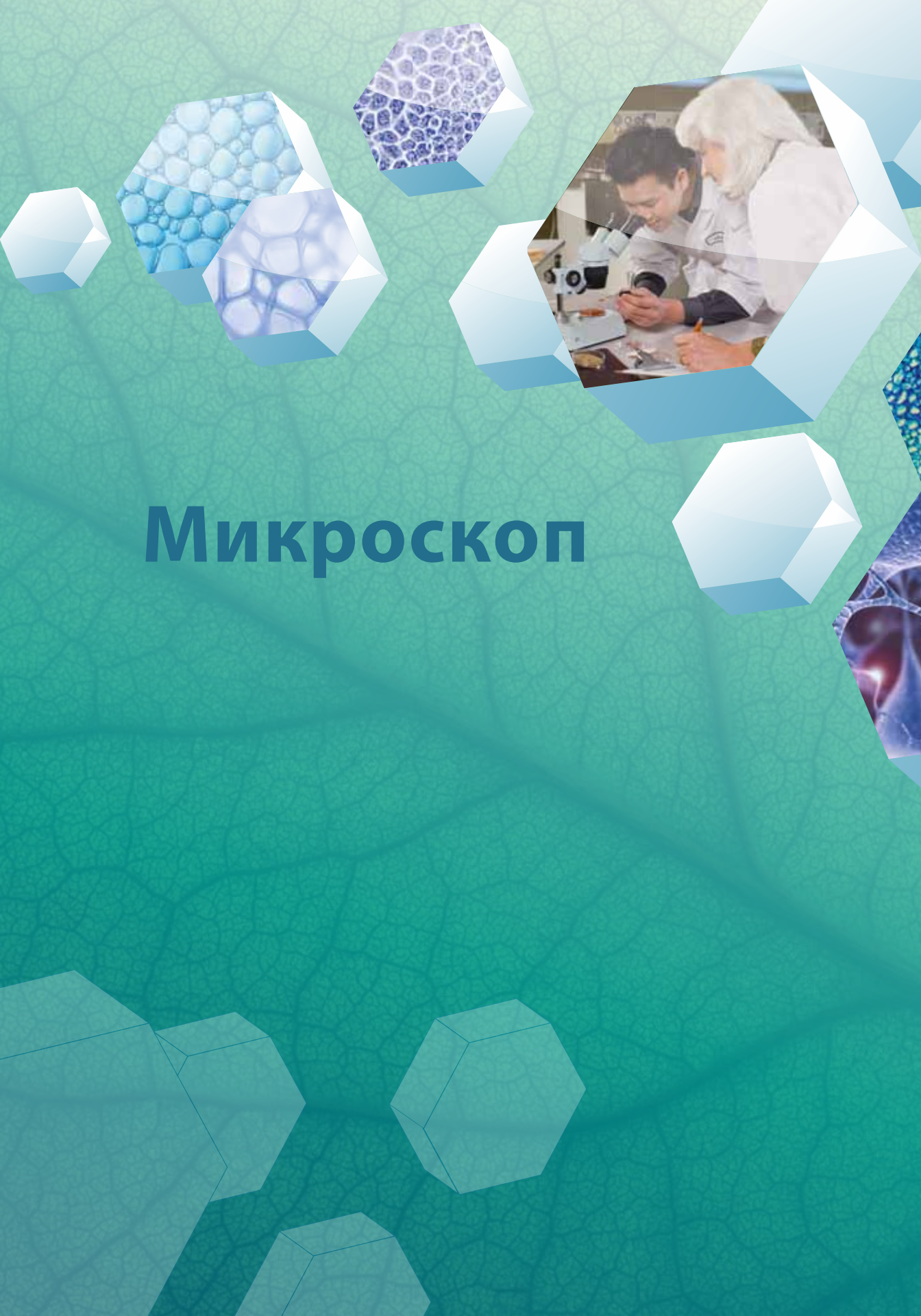


Микроскоп



Содержание

ЧТО ТАКОЕ МИКРОСКОП?	3
ЧТО ТАКОЕ МИКРОСКОПИЯ?	3
КТО ИЗОБРЕЛ МИКРОСКОП?	3
ЧТО МОЖНО ДЕЛАТЬ С ПОМОЩЬЮ МИКРОСКОПА?	4
СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОСКОПОВ	5
ТИПЫ МИКРОСКОПОВ	6
СЛОЖНЫЕ МИКРОСКОПЫ	6
СТЕРЕОСКОПИЧЕСКИЙ МИКРОСКОП	7
ДРУГИЕ ТИПЫ МИКРОСКОПОВ	8
ДЕТАЛИ МИКРОСКОПА	10
ЛИНЗЫ ОБЪЕКТИВА	11
ОКУЛЯРЫ	14
КОНДЕНСОРНАЯ ЛИНЗА (КОНДЕНСОР МИКРОСКОПА)	15
ДИАФРАГМА	16
СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ (ИСТОЧНИКИ СВЕТА)	16
СИСТЕМЫ ФОКУСИРОВКИ	18
ГОЛОВКА (ТЕЛО)	19
РЕВОЛЬВЕРНАЯ ГОЛОВКА	20
ТУБУСОДЕРЖАТЕЛЬ	21
ОСНОВАНИЕ	21
ОКУЛЯРНЫЕ ТРУБКИ	21
ЛИНЗА ТУБУСА	22
ПРЕДМЕТНЫЙ СТОЛИК	22
ТЕРМИНЫ, СВЯЗАННЫЕ С МИКРОСКОПАМИ	22
ПРИНАДЛЕЖНОСТИ К МИКРОСКОПУ	24
ОПТИЧЕСКИЕ АБЕРРАЦИИ	25

МИКРОСКОПЫ



Стереоскопический микроскоп

Сложный микроскоп

Что такое микроскоп?

Микроскоп – это высокоточный оптический прибор, который использует линзы или комбинацию линз для получения сильно увеличенного изображения мелких образцов или объектов, особенно если они так малы, что не видны невооруженным глазом. Для облегчения рассматривания объектов применяются источники света (зеркала или лампы).

Что такое микроскопия?

Микроскопия – это метод изучения объекта при помощи микроскопа.

Кто изобрел микроскоп?

Точная фамилия изобретателя микроскопа не известна. Разные ученые работали над теорией и концепцией предмета, который мы сегодня называем микроскопом.

Приблизительно в 1590 году два голландских оптика Захариус Янссен (Zaccharias Janssen) и его сын Ганс проводили эксперименты с одной из первых моделей микроскопа, который увеличивал объекты примерно в 10 – 30 раз.

В 1609 году итальянец Галилео Галилей исследовал принципы работы линз и добавил механизм фокусировки, тем самым, улучшив модель Янсена.

Эти элементарные приборы не менялись до начала 1670 года. Голландский ученый Антони ван Левенгук усовершенствовал конструкцию микроскопа и достиг успехов в его применении. Он по праву считается «отцом» микроскопа. Антони ван Левенгук работал подмастерьем в магазине мануфактуры, где увеличительные линзы применялись для подсчета числа волокон в пряже. Антони увлекся этими стеклами и разработал новые методы шлифовки и полировки маленьких линз, которые увеличивали в 270 раз. Это привело к первому практическому применению микроскопа. В 1674 году Антони ван Левенгук был первым, кто увидел и описал бактерии, дрожжевые культуры, растения и жизнь живых организмов в капле воды.



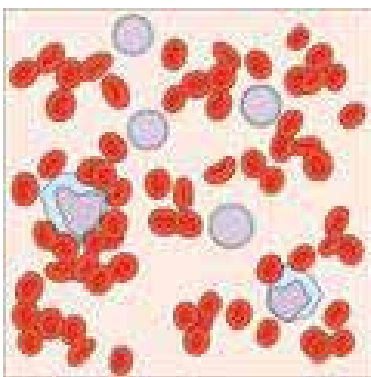
К 50-м годам 19 века конструкции микроскопов были значительно усовершенствованы учеными из Европы и Америки. С тех пор сложные и стереоскопические микроскопы изменились мало.

В начале 30-х годов 20 века были разработаны первые электронные микроскопы, которые совершили прорыв в технологии, позволив увеличить объект с 1000 до 250000 раз и более. Основную роль при изучении объектов данными микроскопами играют электроны, а не свет.

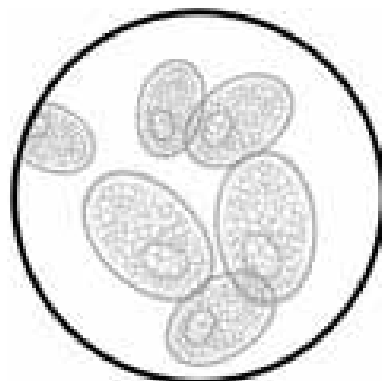
Что можно делать с помощью микроскопа?

Можно написать книгу, отвечая на этот вопрос, но если сказать коротко – микроскоп можно использовать для множества вещей:

- любители интересуются микромиром ради познания и развлечения, используя его для изучения марок, монет, ювелирных украшений, и т.д.;
- перед детьми открывается фантастический мир открытий;
- учащиеся школ и студенты Вузов получают знания;
- в медицине микроскоп используют для проведения исследований во многих дисциплинах;
- в промышленности его используют в качестве контрольно-измерительного инструмента;
- правительство использует его в целях общественной безопасности, а ученые для совершения открытий;
- представьте, что вы смотрите на плазму крови или личинки клеща.



Схематическое изображение плазмы крови



Личинки клеща

Когда смотришь в микроскоп, обычно становится не по себе. Вы обнаруживаете, что почти все (живое или то, что было живым) состоит из компонентов, называемых клетками, и они являют невероятный вид клеточной структуры – такой же, как ваша собственная кровь, кости, ткани и бактерии. Вы можете рассматривать готовые препараты или готовить их самостоятельно. Вы можете часами изучать каплю воды из пруда и видеть внутри ее бесчисленные проявления жизни. Можно изучать обычные вещи, такие как соль, хлопок, продукты питания, растения или цветы. Используя стереоскопические (препаровальные) микроскопы, можно рассмотреть части насекомых, ткани животных, драгоценности, текстиль, бумагу, отпечатки пальцев, песчинки, молоко, хлеб и т.д.

Микроскопы являются важным инструментом при создании лекарств и методов лечения заболеваний. Одни и те же микроскопы используются в разных сферах человеческой деятельности. Каждому человеку следует иметь подходящий микроскоп, который, при соответствующем уходе, послужит владельцу в течение всей его жизни. Многие считают, что микроскопы очень сложны и трудны в использовании, что они могут применяться только в исследовательских лабораториях и университетах, и, кроме того, что они очень дорогие. Но на самом деле они гораздо дешевле, чем можно было подумать. И очень простые в использовании.

Сферы применения микроскопов

- В качестве хобби – любители используют его для изучения марок, монет, драгоценных камней и т.д.
- Для образования – химия, биология, ботаника, зоология.
- Медицина – микробиология, гематология, патология, энтомология, дерматология, стоматология, ветеринария. От ежедневного исследования анализов до перспективных исследований в медицинских училищах, лабораториях и больницах.
- Промышленность – контроль сборки электронных компонентов и множества других материалов: металлов, тканей, пластмассы и т.д. Применяется в сельском хозяйстве, на винодельнях и пивоварнях, для тонких граверных работ и при контроле минералов, а также в ювелирной промышленности и геологии.
- Преподавателями и учащимися – в учебном процессе, начиная с начальной школы и далее до магистратуры.
- Наука – для исследований в археологии, океанографии, геологии, металлургии и многочисленных других областях.
- Правительство – в областях охраны здоровья и обеспечения безопасности людей, например, для контроля качества воды и лекарств, в судебной медицине, применение в военных целях и т.д.



Образование



Медицинские исследования



Наука



Молекулярная структура

Типы микроскопов

Большинство микроскопов называют световыми (ярко поля зрения), так как они используют свет для наблюдения увеличенного изображения образцов или объектов. В данной категории они подразделяются на сложные (микроскопы с большим увеличением) и стереоскопические или препаровальные (микроскопы с низким увеличением).

Модульные / Сложные микроскопы

Это наиболее распространенный тип микроскопа. Его также можно назвать биологическим или исследовательским микроскопом.

Сложный микроскоп относится к микроскопам высокой оптической силы (увеличением). Он позволяет увеличивать объект в 40 - 1000 раз, и даже в 1500 или 2000 раз. Многие серьезные работы выполняются на сложных микроскопах при увеличении в 400-500 раз.



Сложный микроскоп

Термин «сложный» означает, что для увеличения изображения, единый световой поток проходит через серию последовательно расположенных линз, где каждая последующая линза увеличивает изображение. Иными словами, единый световой поток, проходящий через множество линз, и есть сложный микроскоп. Наблюдатель видит изображение так, как если бы оно находилось на расстоянии 250 мм от его глаз.

В стандартном исполнении оптическая схема состоит из объектива (приближенного к объекту или образцу), окуляра (приближенного к глазу наблюдателя), механизма фокусировки и перемещения объекта или образца. Сложный микроскоп использует свет (отраженный от зеркала, от рассеянного солнечного света, от настольных ламп или других источников или от встроенных осветителей), для освещения объекта или образца, чтобы он был виден глазом.

Объектив обычно состоит из трех или четырех (иногда даже пяти) линз, расположенных на вращающемся револьверном держателе револьверном держателе, чтобы менять увеличение. Изображение, воспроизводимое глазом двухмерное (2-D) перевернутое и зеркальное. Наиболее часто используемый метод освещения - проекционный (свет подается снизу, проходя через образец).

При увеличении в 400 раз на биологических образцах можно увидеть большинство деталей клеточного уровня. Изучение клеток и микроорганизмов познавательно и важно в медицинских и научных целях.

Стереоскопический микроскоп

Стереоскопические микроскопы – это второй по степени распространенности тип микроскопа. Их также называют препаровальными или контрольными микроскопами.

Стереоскопический микроскоп – это так называемый микроскоп малого увеличения. Диапазон увеличения примерно от 10 до 80 раз. Больше распространено увеличение от 10 до 40 раз. Модели, имеющие объектив с переменным фокусным расстоянием, дают увеличение приблизительно в 10 - 60 раз, также очень удобны.

Низкое увеличение используют для изучения частей насекомых, растений или цветов, горных пород, ископаемых и т.д. Можно рассматривать и микроскопические препараты образцов.



Стереомикроскоп

Имеет две отдельные схемы хода лучей света (в отличие от одной в сложном микроскопе), которые создают настоящее стереоизображение (3-D) образца или объекта. Микроскоп имеет два стоящих рядом объектива (по одному на каждую оптическую схему). Оптические параметры конструкции стереомикроскопа ограничивают 3-D эффект только низким увеличением.

В категорию микроскопов, имеющих низкое увеличение, попадают монокулярные микроскопы (такие как сложные) обычно называемые препаратными. Они экономически более выгодны, чем стерео, и весьма полезны при рассмотрении крупных образцов и объектов.

В стандартном исполнении оптическая схема содержит объектив (приближенный к образцу или объекту), окуляр (приближенный к глазу наблюдателя), средства наведения на фокус (зубчатую рейку с шестерней) и средства перемещения образца или объекта. Кроме того, стереомикроскоп использует свет (от настольных ламп, рассеянный солнечный, искусственный свет от встроенного или подключаемого источника света) для освещения образца или объекта, чтобы его можно было увидеть глазами.

Изображения являются скорректированными (т.е. не перевернутыми и не зеркальными, как в сложных микроскопах). Большинство стереоскопических микроскопов имеют и верхние, и нижние встроенные или подключаемые осветители, позволяющие работать со всевозможными по цвету и форме образцами и объектами.

Другие типы микроскопов

Существуют более совершенные и дорогие типы микроскопов, созданные для специального применения в передовых медицинских и иных исследованиях. Их насчитывается очень много типов. Некоторые из самых распространенных типов перечислены ниже.

Фазово-контрастный микроскоп

Использует разность фаз пропускаемого и отражаемого образцом света для создания более различимого контрастного изображения образца.

Поляризационный микроскоп

Рассматриваемый объект освещается поляризованным светом. Применяется для анализа состава и строения органических и неорганических веществ, кристаллов, в химической микроскопии, оптической минералогии.

Флуоресцентный микроскоп

Использует метод освещения, применяемый для обнаружения флуоресцентно меченых материалов (протеинов, энзимов, ген), освещая образец светом одной длины волны, подразумевая, что появится свечение, излучая свет другой длины волны.

Металлургические микроскопы

Применяются для идентификации, контроля и анализа различных металлов и сплавов.

Электронные микроскопы

Обычно они стоят более 100 тысяч долларов США (иногда значительно больше) и используют вместо света электроны высоких энергий для наблюдения мельчайших объектов. Это позволяет им преодолеть предел разрешения оптических микроскопов и увеличивать образцы в 250000 и более раз. Применяются для исследования топографии образцов, их морфологии, состава и т.д.

Цифровые микроскопы

Используют новейшие фототехнологии. Наиболее распространенные из них являются цифровыми фотоаппаратами, использующими матрицы на основе ПЗС или КМОП. Фотоаппарат может быть встроен в микроскоп, а специализированные камеры (визуализаторы) приобретаются отдельно и подключаются к любому микроскопу. Базовое программное обеспечение, поставляемое с камерой (или ваш собственный графический редактор), позволяет пользователю выводить на дисплей, сохранять и редактировать изображения. Более дорогое программное обеспечение позволяет проводить многофакторный анализ изображений, необходимый для решения медицинских, образовательных и сложных исследовательских задач.

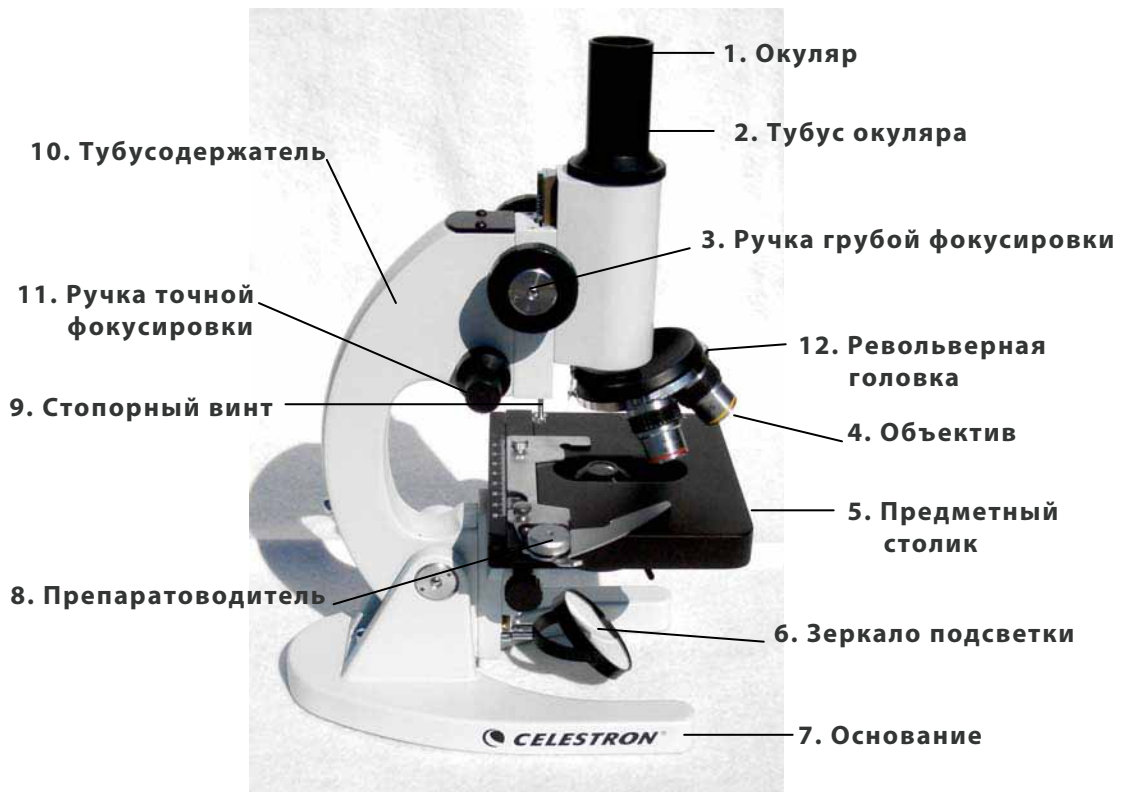


Портативный цифровой микроскоп с переносным компьютером



VGA визуализатор, подключенный к микроскопу и ноутбуку

Детали микроскопа



Сложный микроскоп




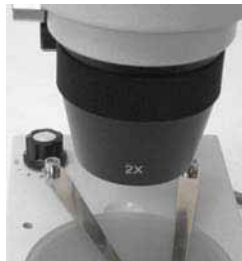
Объективы для сложного микроскопа



Установленные объективы

Стереомикроскоп

- 
1. Окуляр и резиновый наглазник
 2. Диоптрийное кольцо
 3. Головка
 4. Винт зажима бинокулярной головки
 5. Кожух объектива
 6. Зажимы крепления образца
 7. Предметный столик
 8. Основание
 9. Выключатель осветителя
 10. Шнур электропитания
 11. Верхний осветитель
 12. Ручка фокусировки
 13. Ручка зажима на стойке
 14. Стойка
 15. Стопорный винт стойки



Объектив на стереоскопическом микроскопе

Линзы объектива

Линзы объектива являются самыми важными частями микроскопа, и поэтому требуют подробного рассмотрения. Их главная функция – собирать световой поток, прошедший через образец и проецировать его внутрь микроскопа. Затем оптическая схема окуляра еще сильнее увеличит изображение, чтобы можно было увидеть его глазами. В большинстве качественных микроскопов применяются линзы объектива, изготовленные из стекла, и даже в микроскопах для начинающих избегают применять пластмассовые линзы, из-за их низкого качества. Линзы объектива находятся в непосредственной близости от образца. В сложном микроскопе на каждый объектив приходится по одному окуляру.

В сложном микроскопе на каждый объектив приходится по одному окуляру. В стереоскопическом микроскопе объективы парные (по одному на каждый окуляр), что и дает 3-D эффект.

На каждом объективе сложного микроскопа нанесена следующая информация: кратность увеличения, длина тубуса по стандарту DIN, числовая апертура (N.A), толщина покровного стекла, универсальное цветное кольцо.

Тубусы объективов имеют длину 185 мм или 195 мм (сменные) по стандарту DIN.

Объективы различаются по степени увеличения от 1 до 160 раз, чаще используются объективы с увеличением в 4 - 100 раз. Большинство сложных микроскопов обычно имеют три или четыре (редко пять) объективов, дающих увеличение в 4, 10, 40 и 100 (масляная иммерсия) раз. Объективы поворачиваются на револьверном держателе, давая различное увеличение. 4, 10 и 40 кратные объективы называют «сухими». Они работают, имея воздушный зазор между объективом и образцом. 100 кратные объективы называют «мокрыми». Они работают, имея слой иммерсионного масла между объективом и образцом.

Стереомикроскопы обычно имеют один или два объектива, дающие увеличение в 1, 2, 3 или 4 раза. Модели с объективами с переменным фокусным расстоянием дают увеличение примерно в 0,5 - 5 раз. Степень коррекции погрешностей (отклонений) объектива и плоскостность поля изображения определяют полезность и цену объективов для сложных микроскопов. Объективы ахроматического типа, идеально применимые для всех микроскопов, стоят менее 750 долларов США. Стоимость объективов увеличивается при использовании флюоритовых или полуапохроматического типа объективов, а самыми дорогими объективами являются объективы - апохроматы.

Плоскостность поля

Плоскостность поля (кривизна поля) связана с тем, насколько хорошо можно сфокусировать образец по всему полю зрения. В ахроматических объективах плоскостность поля обычно составляет около 50% - 70% от всего поля, в пределах которого образцы резко фокусируются, а за границами очертания образцов размыты, хотя эти области можно дополнительно сфокусировать. Объективы полуапохроматы (тип микроплан или полуплан) дают плоскостность поля зрения около 70% - 85% от всего видимого поля, а объективы апохроматы (типа план) имеют около 90% - 100% плоского поля зрения. Объективы типа план обеспечивают самое высокое качество изображения. Микроскопы с такими объективами обычно стоят более 750 долларов США.

Числовая апертура

N.A. (числовая апертура) – это число, которое выражает возможность линз видеть мельчайшие детали в объекте, наблюдаемом с очень близкого расстояния. Чем больше числовая апертура, тем выше разрешение. Числовая апертура может меняться от 0,04 (низкое увеличение) до 1,4 (план-иммерсионный объектив большого увеличения). Числовая апертура указывается на объективе. Значения числовой апертуры для объективов: 4x-кратного = 0,10, 10-кратного = 0,25, 40-кратного = 0,65 и 100-кратного = 1,25.

Разрешение

Разрешение (фактическое, а не теоретическое) - это зазор между двумя элементами (точками или линиями), расположенными рядом, но различаемыми по отдельности. Чем выше разрешение, тем ближе две точки находятся друг к другу, но все же распознаются, как отдельные. Разрешение зависит от объектива, а не от окуляра, который только увеличивает разрешение.

Иногда объективы имеют цветное кольцо (общеприменимо) для помощи в определении увеличения: черное кольцо - увеличение 1x, коричневое кольцо - увеличение в 2 раза, красное кольцо - увеличение в 4 раза, желтое кольцо - увеличение в 10 раз, зеленое кольцо - увеличение в 20 раз, бирюзовое кольцо - увеличение в 25 раз, светло-синее кольцо - увеличение в 40 раз, темно-синее кольцо - увеличение в 60 раз, белое кольцо - увеличение в 100 раз.

Еще одно число на объективе (например: 0,17) относится к толщине покровного стекла (в миллиметрах). Эта величина была принята разработчиком объектива при расчете его наилучших характеристик.

Германский промышленный стандарт (DIN)

Германский промышленный стандарт (DIN) является общепризнанным стандартом для объективов, который определяет возможности разрабатываемых объективов. Объектив, изготовленный в соответствии со стандартом DIN, совместим с микроскопами любого производителя. Стандарт предусматривает 45 мм парафокальное расстояние (см. пояснения ниже) и 33 мм резьбу (RMS) на объективе. 45 мм расстояние измеряется от монтажного отверстия в револьверном держателе до точки фокуса на образце.

Японский промышленный стандарт (JIS)

Японский промышленный стандарт (JIS) меньше применяется в международной практике. Расстояние до объектива равно 36 мм.

Королевское микроскопическое общество (RMS)

Королевское микроскопическое общество (RMS) предлагает 33мм парафокальное расстояние. Резьбовое соединение - 20,32 мм в диаметре с шагом 0,706.

Парафокальность

Парафокальность - это возможность заменять объективы с разным увеличением без расфокусировки или с очень небольшой расфокусировкой изображения. Парацентричность - это возможность заменять объективы разного увеличения без смещения центра поля зрения.

Масляная иммерсия

Масляная иммерсия концентрирует световой поток и повышает разрешение. Специальное масло применяется с 100x объективами обычно при увеличениях в 1000 -1500 раз. Эта техника применяется для вытеснения воздушного зазора между концом объектива и образцом с помощью масла. Объектив контактирует с каплей масла, сравнимого с ним по своей рефракции, и они составляют единое целое. Иммерсионное масло является единственным маслом, подходящим для этой цели. Оно допускает большое увеличение и исключает повреждение объектива. Существуют два основных типа иммерсионных масел: тип А - для малой вязкости и тип В - для высокой вязкости.

Окуляры

Окуляр состоит из ряда линз смонтированных в трубке (тубусе) в верхней части микроскопа. Его основное назначение – смотреть на увеличенное и сфокусированное изображение, проецируемое объективом, и вторично увеличивать изображение образца. Остерегайтесь окуляров с пластмассовыми линзами. Так же, как и объективы у них очень плохое качество.

Конструкции окуляров бывают нескольких типов, определяемых как Гюйгенс Рамсден, Келлнер, ортоскопический, Плессл и другие. Все они используются в микроскопах и имеют минимальные различия по сравнению с оптическими схемами, применяемыми в конструкции астрономических телескопов. Окуляры обычно имеют кратность 10x, однако бывают 5x, 12,5x, 15x и 20x. Знак “x” относится к кратности увеличения, на которое эти линзы умножают увеличение объектива. Они маркируются числом увеличения и их номером поля (в миллиметрах) диаметром диафрагмы (апертуры) окуляра. Апертура ограничивает полезное поле зрения. Для специальных применений окуляры могут иметь шкалы, визиры, перекрестья, маркеры и т.д.

Также существуют окуляры *широкого поля*. Они имеют большой диаметр и дают поле зрения более широкое, чем стандартное. Большинство из распространенных окуляров являются 10 кратными, хотя есть и 15x и даже 20x кратные.



Различные окуляры

Просвет (глазной)

Просвет (глазной) – это расстояние (в миллиметрах) между глазом наблюдателя (роговицей) и ближайшей поверхностью линзы окуляра. Большой просвет удобен людям, носящим очки.

Точка глаза

Точка глаза – это положение глаза относительно окуляра, с которого лучше всего рассматривать изображение. Некоторые окуляры имеют визир, указывающий на положение образца. Поворачивая окуляр, можно вращать визир. Перекрестье окуляра (микрометр) – это кусочек стекла с напечатанным или выгравированным образчиком шкал, который помещен внутрь окуляра для измерения размеров объекта, рассматриваемого в микроскоп.

Настройка диоптрий

Настройка диоптрий – это выравнивание силы зрения обеих глаз пользователя в микроскопах с бинокулярными головками. Большинство людей имеют разное зрение для каждого глаза. Настройка позволяет пользователю подстроить фокус в каждом окуляре отдельно. Носящим очки, она позволяет настроить прописанные диоптрии так, что они могут пользоваться микроскопом, не надевая очков. Например, для диоптрийной настройки правого окуляра закройте левый

глаз и, глядя правым глазом в правый окуляр, резко сфокусируйте образец, затем закройте правый глаз и, глядя левым глазом в левый окуляр, резко сфокусируйте образец. Теперь можно легко и удобно фокусировать и рассматривать образцы.

Резиновые наглазники

Резиновые наглазники (глазные щитки) обычно используются в бифокальных микроскопах. Они снижают естественную засветку и обеспечивают комфорт. Не должны использоваться при ношении очков.

Конденсорная линза (конденсор микроскопа)

Линза или система линз, расположенная внутри или под предметным столиком сложного микроскопа. Основное назначение конденсора – собирать свет, идущий от источника света в световой конус на образце. Объективы большой кратности увеличения имеют очень малый диаметр и для правильной работы требуют высокой концентрации света. Типовой конденсор закреплен на одном месте.

Подвижной, более точный и более дорогой конденсор – это конденсор Аббе. Обычно он может перемещаться вверх и вниз вертикально, регулируя количество света от осветителя. Он монтируется под предметным столиком и обычно снабжен регулируемой ирисовой диафрагмой, меняющей диаметр луча света, входящего в линзовую систему. Изменяя размер ириса, и двигая линзы выше или ниже относительно предметного столика, можно настраивать диаметр и точку фокуса конуса света, проходящего через образец. Это в высшей степени важно при увеличении в 400 раз и больше. Конденсор должен иметь числовую апертуру, равную или больше, чем числовая апертура используемого объектива.

Стандартный конденсор имеет числовую апертуру равную 6,5, которая хорошо подходит для увеличения в 400 раз и ниже. При более высоком увеличении обычно используют апертуру, которая равна 1,20 или 1,25 и конденсор Аббе. Конденсоры более высокого класса, чем конденсор Аббе, обычно называют апланатными ахроматами. Они имеют исключительно плоское поле зрения и очень дорогостоящие.

Конструкции некоторых конденсоров позволяют использовать дополнительные принадлежности для фазового контраста, поляризованного света, дифференциальной интерференции и микроскопии темного поля.



Типовой конденсор



Конденсор Аббе

Диафрагма



Дисковая диафрагма



Ирисовая диафрагма

Диафрагму также называют апертурной диафрагмой. Она, как правило, расположена под предметным столиком микроскопа и регулирует количество света, проходящего в препарат или образец. Диафрагма незаменима при большом увеличении. Большинство сложных микроскопов имеют диафрагму одного из двух типов.

Дисковая диафрагма

Дисковая диафрагма – это простейшая и самая недорогая из двух типов. Она помещается между источником света и препаратом или образцом. Состоит из вращающегося диска (обычно закрепленного), имеющего пять – десять отверстий разного диаметра. Они и ограничивают количество света, проходящего к образцу.

Ирисовая диафрагма

Ирисовая диафрагма – лучшая и самая дорогая из двух типов. Она имеет плавно изменяющийся диаметр (как зрачок глаза или затвор фотокамеры), назначение которого – ограничивать размер отверстия, через которое проходит свет от источника света, для оптимизации разрешения, контраста и резкости. Обычно регулируется с помощью рычажка.

Системы освещения (источники света)

Освещение необходимо, так как образцы сами редко излучают свет. Освещением называется подача света в микроскопе на образец или объект.

Осветитель – это источник света, который освещает объект или образец так, чтобы его можно было наблюдать. Освещение объекта или образца должно быть ярким, но без ослепления, и равномерным по полю зрения.

Простейшее освещение может быть обеспечено верхним освещением, настольной лампой или рассеянным солнечным светом. Большинство сложных микроскопов снабжены плосковогнутыми зеркалами, которые отражают в микроскоп свет от внешнего источника. Плоская сторона зеркала обычно придает изображению резкость. Если требуется более сильное и яркое освещение, то используют сторону с вогнутым зеркалом. Такое освещение самое недорогое. Но с помощью зеркала бывает трудно направить источник света для создания необходимой освещенности.

Более дорогим и более распространенным является освещение от встроенного или подключаемого источника света. В этом случае используются лампы накаливания или лампы, дающие направленный и сильный свет. Эти источники света могут располагаться над образцом или объектом. Такое освещение применяется преимущественно в стереомикроскопах низкого увеличения и называется падающим (отраженным) светом. Если свет подается снизу образца (обычно, микропрепарата), он проходит через образец со стороны основания и называется это просвечиванием (проходящий свет). Одновременное освещение сверху и снизу может дать достаточно света для самых толстых и неоднородных образцов. Такие осветители могут иметь постоянную интенсивность света или регулируемую с помощью ручки интенсивности света (реостата).

Типы осветительных ламп

Вольфрамовые лампы

Лампы накаливания с нитью. Самые распространенные и дешевые. Дают желтоватый свет и выделяют умеренное количество тепла. Обычно 15 Ватт или 20 Ватт.

Галогеновые лампы

В целом, это самые горячие источники света для микроскопов. Дают очень яркий, очень белый и направленный свет. Галогеновые лампы дороже простых ламп накаливания. Обычно 15 Ватт или 20 Ватт.

Флуоресцентные лампы

Флуоресцентные лампы – это низкотемпературные лампы. Дают яркий, белый и очень резкий свет, что удобно для глаз. Флуоресцентный свет великолепен для наблюдения живых образцов. Обычно имеют мощность 5 Ватт или 10 Ватт, создавая ту же яркость, что галогеновые и вольфрамовые лампы. Они могут быть встроены в основание микроскопа или подключаться (т.н. кольцевой свет) для наблюдения сверху.

Светодиоды

Светодиоды – это светоизлучающие диоды, дающие яркий белый источник света, практически не выделяют тепла. Белый луч ярче и холоднее, чем в остальных осветительных системах. Как правило, светодиодные осветители работают на батарейках без подключения к электросети. Они превосходны для работы вне помещений.

Существуют различные конструкции осветительных систем, различающиеся количеством и качеством подаваемого на образец света:

Яркое поле

Основной и самый распространенный тип освещения в микроскопе. Это сильно направленный и интенсивный источник света. Свет направляется снизу предметного столика, проходя через конденсор, образец, объектив, окуляр к глазу.

Диффузное (рассеянное)

Возникает, если поместить матовое стекло, пластик или иной подобный материал перед конденсором (между источником света и конденсором). Свет в ярком поле зрения становится диффузным. Часто это увеличивает поле освещения и слегка изменяет изображение.

Фазоконтрастное

Этот тип освещения применяется в основном из-за того, что широкий спектр живых биологических образцов (кровь, ткани, культуры клеток) практически прозрачны или малоконтрастные для наблюдения их в микроскопе яркого поля. Используя кольцо, установленное в конденсоре, передняя фокальная плоскость частично модулирует поток световых лучей, проходящих через образец и вокруг образца, где лучи запаздывают на $\frac{1}{4}$ длины волны, поступая затем на фазовую пластину задней фокальной плоскости объектива. Такая система также ослабляет яркость фона примерно на 85%, заставляя фон контрастировать с освещенной структурой образца. Так как эффект ослабляет все изображение, то детали становятся более заметными, чем без такого освещения.

Темное поле

Применяется при рассматривании прозрачных и полупрозрачных образцов, которые нельзя различить с фоном. Фоновое освещение перекрывается, и на образец попадает только рассеянный свет выявляя структуру образца.

Осветитель Кёхлера

Оптимизирует количество и резкость света путем выравнивания и настройки каждого из компонентов оптической системы, начиная с фокусировки осветителя. Свет становится равномерным и ярким. Осветитель Кёхлера является наилучшей конструкцией осветителя микроскопа и предлагается только с самыми дорогими микроскопами.



Осветитель Кёхлера

Системы фокусировки

Система фокусировки позволяет настроить фокус микроскопа. Каждый микроскоп имеет фокусирующий механизм (ручку) для быстрой (грубой) фокусировки изображения. Более дорогостоящие модели микроскопов включают в себя грубую (быструю) и точную фокусировку. Точная фокусировка дает преимущество при работе с линзами высокой оптической силы: 400x и выше. Она не применяется в стереомикроскопах, так как в них используются линзы малой оптической силы.



Ручки грубой (вверху) и точной фокусировки (внизу)



Соосные ручки грубой/точной фокусировки

Соосные ручки фокусировки

Соосные ручки фокусировки имеют в микроскопах, где грубая и точная фокусировка осуществляется с помощью одной большой ручки, наложенной одна на другую. Как правило, большая ручка предназначена для грубой фокусировки, а поменьше - для точной. Ручка поменьше отцентрирована внутри большей ручки. Механизмы фокусировки, применяемые в микроскопах, относятся по типу к плоскозубчатой передаче (зубчатая рейка и шестерня). Конструкция состоит из перекрестного соединения зубчатого колеса и зубчатой рейки. Вращение ручки двигает передачу вдоль рейки.

Стопорный винт (стопорный механизм)

Регулируемый винт, установленный на механизме или около механизма фокусировки. При правильной регулировке, он не дает тубусу опуститься слишком низко и повредить или объектив высокой оптической силы, и/или образец. Большинство микроскопов имеют фрикционную муфту, которая позволяет продолжать вращать ручки фокусировки даже в крайних положениях тубуса наверху и внизу, не повреждая зубчатую передачу.

Фокусировка может выполняться двумя способами. Предметный столик перемещается вертикально, становясь ближе или дальше к объективу, который закреплен неподвижно. Второй способ – тубус перемещается вертикально вместе с объективами и револьвером, а предметный столик закреплен неподвижно.

Головка (тело)

Головка – это верхняя часть микроскопа, соединяющая окуляр с револьвером. Некоторые головки закреплены неподвижно, и их можно наклонять на угол от 0° до 60°. Более дорогие микроскопы обычно имеют головки, которые могут вращаться на 360°, позволяя двум и более пользователям рассматривать образец без изменения положения самого микроскопа. Существует несколько типов головок:

Монокулярная головка

Микроскоп с одним окуляром. Этот тип более экономный и вполне удовлетворительно работает. Монокулярная головка со вторым вертикальным выходом для наблюдения называется учебной головкой (головкой двойного наблюдения).

Второй выход может быть использован вторым наблюдателем (или учителем) для просмотра того же самого изображения, что и основной наблюдатель или Второй выход может быть использован совместно с фотокамерой.

Биноккулярная головка

Микроскоп с двумя окулярами, по одному под каждый глаз. Они применяются в сложных микроскопах высокой оптической силы и стереомикроскопах низкой оптической силы. В целом они более удобны, чем монокулярные. Имеются разные типы головок для регулировки межцентрового расстояния (IPD) – см. описание ниже. 1 Регулируемые путем поворота окуляров (более распространенный тип). 2 Регулируемые путем сведения окуляров ближе или дальше друг от друга.



Биноккулярная головка

Триноккулярная головка

ММикроскоп с биноккулярной головкой для наблюдения и дополнительным выходом с окуляром. Выход может быть использован вторым наблюдателем (или учителем) или соединен с различными фото устройствами. Во многих микроскопах количество света, подаваемое на третий выход, регулируется примерно от 30% до 70%.

Стереоскопические головки имеют призмы, направляющие световые лучи от объективов к окулярам. Для комфортного наблюдения оба окуляра должны быть совмещены с глазными зрачками. Процесс называется настройкой межцентрового расстояния. (IPD). Окуляры должны отстоять друг от друга ближе или дальше, в зависимости от индивидуальных физических данных разных людей.

Револьверная головка

Револьверная головка. Это вращающийся барабан, расположенный над предметным столиком сложных микроскопов. В револьверной головке находится несколько линз различной оптической силы.. Вводя линзы в световой поток над образцом, образцы можно рассматривать с различным увеличением. При правильном вставлении линз в револьверную головку раздается щелчок. Как правило, в револьверную головку устанавливаются три или четыре (4x, 10x, 40x и 100x) линзы, реже пять. Объективы могут быть разной оптической силы. Как уже указывалось, они применяются в сложных микроскопах.

Иногда 40x и 100x кратные объективы имеют подпружиненный кончик, который позволяет объективу слегка утапливаться при контакте с предметным/покровным стеклами, которые могут быть слишком толстыми, и, таким образом, предотвратить повреждение объектива. Некоторые револьверные держатели могут быть названы «перевернутыми револьверами»

за то, что объективы в нерабочем положении находятся не перед, а за рабочим объективом, что позволяет легко помещать препарат на предметный столик перед микроскопом.

В стереомикроскопе под турелью понимают как держатель для одного объектива, так и турель, которая может иметь два объектива. Турель барабанного типа может вращаться без ограничения в обе стороны для установки нужного объектива.

Тубусодержатель

Тубусодержатель (также называемый стволом или штативом) – это часть микроскопа, содержащая механизм фокусировки и предметный столик, а также головку или тело, несущее окуляры. Он придает жесткость конструкции микроскопа, возвышающегося над основанием. При переноске микроскопа он является той его частью, за которую нужно держать микроскоп одной рукой, поддерживая его второй рукой снизу под основание для безопасности. Существует несколько типов тубусодержателя:

Фиксированный

Тубусодержатель и корпус выполнены как одно целое, являющееся интегрированной частью микроскопа.

Опорный (стоечный)

Тубусодержатель состоит из стержня, вертикально установленного на основании. Корпус микроскопа может вращаться на стержне и перемещаться вдоль него вверх и вниз.

Стреловидный (универсальный)

Тубусодержатель – это подставка на длинной стреле, которая поддерживает корпус микроскопа. Он имеет много регулировок, позволяющих выставлять микроскоп в разное положение и ориентацию. Этот тип используется редко.

Основание

Основание – нижняя поддерживающая часть микроскопа. Оно обеспечивает устойчивость и жесткость конструкции, а также служит отсеком для электродеталей осветителя.

Окулярные трубки

Окулярные трубки еще называются тубусами наблюдения или выдвижными тубусами. Они крепятся к тубусодержателю над револьвером. Для удобства наблюдения они обычно наклонены на 45° или 30° . Окулярные трубки снабжены специальной линзой, называемой окулярной (тубусной) линзой в нижней части. Тубус, в котором формируется сфокусированное изображение, имеет фиксированную длину, измеряемую в миллиметрах от фланца объектива до посадочного места окуляра, которая по стандарту DIN обычно составляет 160мм или 170мм (кроме микроскопов начального уровня). Это длина диктует взаимозаменяемость оптических компонентов.

Линза тубуса

В нижней части тубуса имеется линза, назначение которой заключается в сборе параллельных лучей света, проецируемые объективом, и передачей лучей до фокальной плоскости фиксированной диафрагмы окуляра. В некоторых микроскопах линза тубуса встроена в корпус самого микроскопа.

Предметный столик

Платформа под объективами, на которую помещаются препараты или образцы для наблюдения, называется предметным столиком. Он имеет гладкую поверхность и может иметь круглую или прямоугольную форму.

У большинства сложных микроскопов предметный столик движется вверх и вниз относительно неподвижного револьверного держателя, но в некоторых микроскопах все происходит наоборот. Предметный столик имеет проем для прохождения света. Простой тип предметного столика называется просто предметным столиком, а более сложный - механизированным предметным столиком.

Сложные и дорогие механизированные предметные столики позволяют легче центрировать препарат (стандартный размер предметного стекла - 1х3 дюйма - 25мм x 76мм) с прецизионным перемещением по двум осям с помощью ручек. Это критично для линз с высокой оптической силой (400x), где малейшее перемещение предметного стекла руками, сдвигает его далеко за границы поле зрения. Круговые шкалы предметного столика позволяют измерить образец. Ось "X" перемещает предметное стекло вперед/назад (север/юг), а ось "Y" перемещает предметное стекло из стороны в сторону (восток/запад или влево/вправо).



Обычный предметный столик



Механизированный предметный столик



Плата предметного столика

Плата предметного столика применяется со стереомикроскопом и имеет нижний осветитель в круглом отверстии. Как правило, это матовое стекло или двухсторонняя (черная и белая) пластмассовая пластина, которую можно использовать для улучшения контраста образцов, требующих просмотра с верхним освещением. Рабочий зазор предметного столика в вертикальном направлении позволяет устанавливать на него образцы для исследований.

Термины, связанные с микроскопами

Увеличение (оптическая сила)

Увеличение микроскопа определяется произведением оптической силы используемого окуляра на оптическую силу используемого объектива.

Например, объектив с оптической силой 40х, умноженный на окуляр с оптической силой 10х = 400. Это также можно представить следующим образом: увеличение показывает во сколько раз изображение больше, чем объект, видимый невооруженным глазом. Меньшее увеличение позволяет сочетать более яркое и резкое изображение с широким полем зрения. Большее увеличение, чаще применяемое для изучения препаратов, дает более крупное, но тусклое изображение в более узком поле зрения. При наблюдениях всегда надо начинать с низкого увеличения микроскопа, переходя к более высокому увеличению. Высокое увеличение бесполезно при низком разрешении. Когда увеличение растет, но количество деталей не увеличивается (из-за низкого ограниченного разрешения), оно называется «пустое увеличение». Если есть возможность выбора, то, для заданного значения увеличения нужно всегда выбирать объектив с более высокой оптической силой. Это дает лучший результат, чем сочетание объектив низкой оптической силы и окуляр высокой оптической силы. Например, применение 40х объектива и 10х окуляра = 400х и более высокое визуальное качество, чем применение 20х объектива и 20х окуляра = 400х.

Поле зрения

Поле зрения – это диаметр круга света, измеряемый в миллиметрах, который виден в микроскоп. Чем меньше оптическая сила, тем шире поле зрения. При увеличении оптической силы, поле зрения сужается. Некоторые широкоугольные и сверх широкоугольные окуляры увеличивают поле зрения по сравнению со стандартными окулярами.

Глубина поля

Глубина поля является функцией объектива и означает самую дальнюю и самую ближнюю точки в поле зрения, находящиеся в фокусе. Объективы низкой оптической силы имеют большую глубину поля, чем объективы высокой оптической силы.

Глубина фокуса

Глубина фокуса означает самую близкую и самую дальнюю точки в плоскости пленки (микрофотография) или в плоскости ПЗС (микровидеография), которые одновременно находятся в фокусе. Это понятие является обратной глубине поля: большая глубина фокуса достигается объективом с большим увеличением.

Плоскостность поля

Качество, описывающее вид поля зрения, плоского от одного края до другого.

Яркость

Насколько ярко или темно изображение? Яркость зависит от осветительной системы. Она также зависит от числовой апертуры объектива. Чем она больше, тем ярче изображение при данной силе увеличения.

Контрастность

Отношение яркой части к темной в изображении образца или объекта, и то, насколько хорошо определяется эти части. Основным узлом микроскопа, влияющими на контрастность, является осветительная система.

Коллимация (выравнивание)

Условие, при котором все оптические элементы центрируются на единой оптической оси.

Принадлежности к микроскопу

Готовые препараты

Для пользователей, которые не планируют самостоятельно изготавливать препараты или пополнять свою коллекцию, имеются готовые препараты. Эти препараты могут открыть мир микроорганизмов, ведущий к обучению, открытиям, развлечениям. Для получения лучших результатов используйте стеклянные препараты размером 1 x 3 дюйма (25мм x 76мм).

Фильтры

Фильтры могут быть полезны для повышения контрастности и цветокоррекции при наблюдениях, но не при фотографировании. В ряде случаев цветные фильтры могут давать окрашивание, убивающее живые образцы. Обычно они накладываются сверху на систему освещения, а в дорогих микроскопах фильтры вставляются в специальные держатели под конденсором. Синий фильтр – это наиболее часто используемый фильтр. Он поглощает желтый и красный свет от осветительных ламп, применяемых в большинстве микроскопов, и придает более естественную окраску образцам. Зеленый, желтый и матовый фильтры создают различные эффекты. Со всеми фильтрами нужно экспериментировать, чтобы на практике увидеть изменения, которые они вносят при просмотре образцов.

Чистые предметные стекла

Они предлагаются пользователям, которые хотят сами изготавливать препараты для наблюдения. Стеклянные предметные стекла отличаются высоким качеством. Некоторые предметные стекла могут иметь углубления или лунки для удержания в них нескольких капель жидкости.

Покровное стекло (покрытие)

Покровные стекла чрезвычайно тонкие. Стеклянные или пластиковые покрытия служат для наложения сверху образца для его защиты во время наблюдения или при хранении. Покровные стекла бывают различной толщины. Толщина соответствует номеру, выгравированному на линзе объектива для удобства работы.

Наборы для изготовления препаратов

Наборы могут включать чистые предметные и покровные стекла, разные типы красителей для окрашивания образцов и объектов, этикетки и т.д.. Словом все, что бывает необходимым при изготовлении препаратов. Визуализаторы и фото адаптеры. Пользователь может делать микрофотографии (документированные изображения) через микроскоп. Сегодня самой простой и распространенной формой получения изображений (и наблюдения) через микроскоп является использование цифровых или ПЗС фотокамер. Большинство визуализаторов являются в качестве принадлежностей к микроскопу и используют специальные адаптеры для подсоединения к тубусу окуляра. Это справедливо и для сложных, и для стереоскопических микроскопов. Существуют различные адаптеры для присоединения цифровой или пленочной камеры к определенным типам микроскопов.

Специальные принадлежности

Некоторые микроскопы используют специализированные наборы или адаптеры. Например, фазоконтрастный или поляризационный наборы, адаптер темного поля.

Оптические aberrации

Аберрации – это искажения, ухудшающие изображение. Искажения могут быть вызваны конструкцией, изготовлением или тем, и другим. Невозможно создать абсолютно совершенный микроскоп. Ряд аберраций в минимальном количестве присутствуют во всех микроскопах и, в целом, их число уменьшается по мере увеличения цены микроскопа. Поэтому не сильно задумывайтесь о них до тех пор, пока аберрации невелики и не беспокоят вас. Есть две крайности: оптический планарный микроскоп, дающий немислимое качество с минимальными аберрациями, и микроскопы с пластмассовыми линзами, имеющие максимальное число аберраций и наихудшее качество.

Хроматическая аберрация

Это ошибка в фокусировании света разной длины волны (цвета) в единой точке фокуса. Пользователь можете увидеть кайму или гало (ореол), особенно по краям поля зрения или вокруг рассматриваемого образца. Хроматическая аберрация перешла и в ахроматические линзы, ставшие стандартом для объективов микроскопа. В хорошо сконструированных объективах она минимальна и находится в допустимых пределах.

Дисторсия

Когда оптическая сила меняется от центра к краям поля зрения, то возникает дисторсия. Прямая линия будет искривляться, если вы наблюдаете ее близко к границе поля. Если линия искривляется наружу, то это называется бочкообразной дисторсией, а если вовнутрь – подушкообразной дисторсией. Искривление поля. Искривление вызывается тем, что лучи света не фокусируются в одной плоскости. Центр поля может быть в фокусе, а края – нет, и наоборот.

Искривление поля

Искривление вызывается тем, что лучи света не фокусируются в одной плоскости. Центр поля может быть в фокусе, а края – нет, и наоборот.

Сферическая абберация

Когда световые лучи, расположенные на разном от центра расстоянии фокусируются в разных точках оптической оси, возникает сферическая абберация. Она вызывает размывание изображения, и пользователь не может резко сфокусировать ни один объект.