

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Сибирский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра физики с курсом
высшей математики

Л. А. Колубаева, Е. А. Сандыкова, Ю. В. Кистенев

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ УВЕЛИЧЕНИЯ МИКРОСКОПА.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ МАЛЫХ
ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ МИКРОСКОПА**

Методическое пособие к лабораторной работе

для студентов врачебных факультетов

Томск
Издательство СибГМУ
2017

УДК 53.086(075.8)
ББК 22.338я73
К 617

Авторы:

Колубаева Л. А., Сандыкова Е. А., Кистенев Ю. В.

К 617 Колубаева Л. А. Определение увеличения микроскопа. Определение линейных размеров малых объектов с помощью микроскопа: методическое пособие к лабораторной работе / Л. А. Колубаева, Е. А. Сандыкова, Ю. В. Кистенев. – Томск: Изд-во СибГМУ, 2017. – 9 с.

В данной лабораторной работе изучаются правила построения изображений в собирающих линзах и проводится построение изображения предмета в микроскопе. При помощи микроскопа и окулярного микрометра определяются размеры малых объектов.

Методическое пособие предназначено для студентов врачебных факультетов.

УДК 53.086(075.8)
ББК 22.338я73

© Колубаева Л. А., Сандыкова Е. А., Кистенев Ю.В., 2017
© Издательство СибГМУ, 2017

Лабораторная работа

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УВЕЛИЧЕНИЯ МИКРОСКОПА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ МАЛЫХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ МИКРОСКОПА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: научиться пользоваться микроскопом, определять линейные размеры малых объектов.

ПРИБОРЫ: микроскоп, объективный и окулярный микрометры.

Оптическая система микроскопа состоит, чаще всего, из двух собирающих линз, одна из них обращена к наблюдаемому объекту и называется объективом. Объектив создает действительное обратное изображение $A'B'$ предмета AB (рис. 1). Размер этого изображения зависит от величины фокусного расстояния объектива и от расстояния между объективом и предметом. Объектив микроскопа имеет маленькое фокусное расстояние, поэтому эту линзу называют короткофокусной. Предмет AB помещается на расстоянии немного большем фокусного расстояния, в результате изображение $A'B'$ оказывается значительно увеличенным. Это изображение является, в свою очередь, предметом по отношению ко второй линзе (окуляру), которая, действуя, как лупа, дает мнимое, увеличенное изображение $A''B''$ на расстоянии наилучшего видения от глаза наблюдателя. Для нормального глаза это расстояние равно 25см. Буквами O обозначены оптические центры объектива, окуляра и оптической системы глаза.

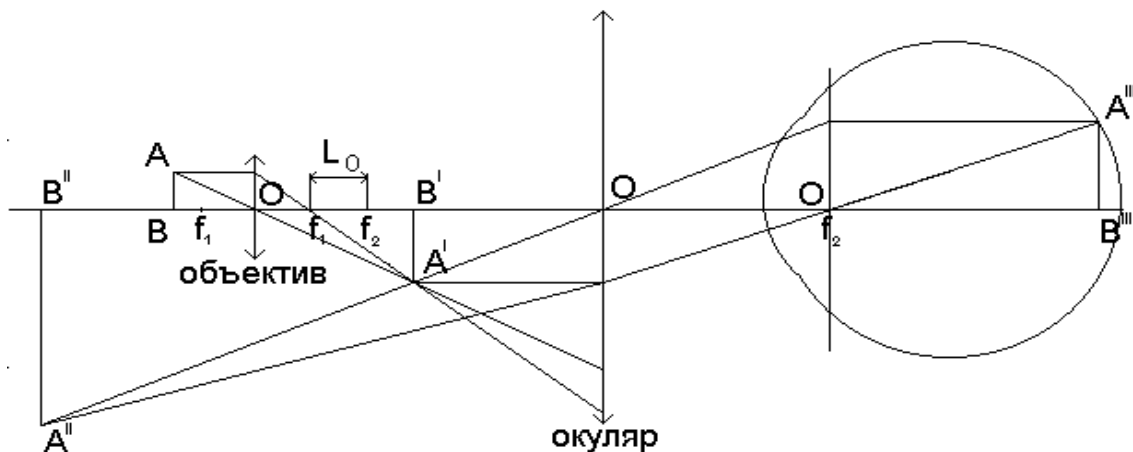


Рис. 1. Оптическая система микроскопа

Так как лупа дает мнимое изображение, то увеличение лупы определяется как отношение угла, под которым виден (малый) предмет, рассматриваемый

через лупу, к углу под которым он был виден невооруженным глазом с расстояния наилучшего видения. Можно также сказать, что увеличение лупы есть отношение линейных размеров изображения предмета на сетчатке при рассмотрении его в лупу к линейным размерам изображения того же предмета на сетчатке, когда он рассматривается невооруженным глазом с расстояния наилучшего видения (рис. 2).

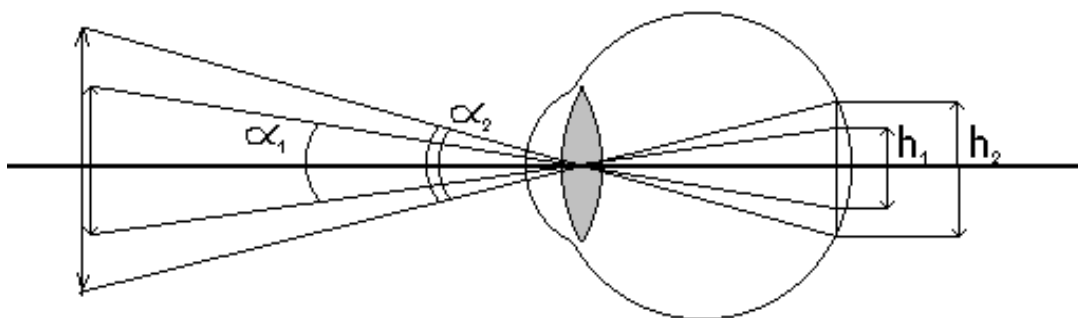


Рис. 2. Связь размера изображения с углом зрения

Из рис. 2 видно, что угол α_2 , под которым видно изображение, больше угла α_1 , под которым виден сам предмет, т.е. чем больше угол зрения, тем более крупное изображение получится на сетчатой оболочке глаза. Если угол зрения мал, для его увеличения пользуются оптическими приборами: лупой, микроскопом.

УВЕЛИЧЕНИЕ МИКРОСКОПА

Увеличение микроскопа зависит от увеличения объектива и окуляра. Обозначим увеличение объектива $K_{об}$, а окуляра $K_{ок}$, т.к. линейным увеличением называется отношение длины изображения к длине предмета, тогда

$$K_{об} = \frac{A'B'}{AB} \quad K_{ок} = \frac{A''B''}{A'B'}$$

Перемножив эти равенства почленно, получим

$$K_{об} * K_{ок} = \frac{A''B''}{AB}$$

Отсюда видно, что увеличение микроскопа равно произведению увеличений, даваемых объективом и окуляром в отдельности. Известно, что увеличение

лупы (окуляра) равно отношению расстояния наилучшего зрения S к фокусному расстоянию окуляра f_2

$$K_{ок} = \frac{S}{f_2} .$$

Увеличение объектива

$$K_{об} = \frac{A'B'}{AB} .$$

Из подобия треугольников ABO и $A'OB'$ (рис. 1)

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{OB'}{OB} .$$

Принимая $BO \approx f_1$ (f_1 -фокусное расстояние объектива). $OB' = f_1 + L_0$, где L_0 - оптическая длина тубуса, т.е. расстояние между задним фокусом объектива и передним фокусом окуляра. Если пренебречь фокусным расстоянием объектива, которое в десятки раз меньше оптической длины тубуса, то $OB' \approx L_0$. Получим увеличение объектива

$$K_{об} = \frac{L_0}{f_1} .$$

Тогда увеличение микроскопа

$$K = \frac{SL_0}{f_1 f_2} .$$

Итак, увеличение микроскопа зависит от оптической длины тубуса L_0 , расстояния наилучшего зрения S и фокусных расстояний объектива и окуляра f_1, f_2 .

РАЗРЕШАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ МИКРОСКОПА

Из формулы, определяющей увеличение микроскопа, можно сделать вывод, что при надлежащем выборе f_1 и f_2 увеличение микроскопа будет сколь угодно большим. Однако на практике биологи, врачи и другие специалисты, работающие с микроскопами, редко используют увеличения, превышающие 700X-1500X. Выясним причины такого положения.

Известно, что при попадании света на мелкие объекты, когда размеры объекта соизмеримы с длиной волны, наблюдается явление называемое

дифракцией света. За счет этого явления изображением светящейся точки является система концентрических колец, окружающих центральный светлое дифракционное пятно. Поскольку на этот светлое дифракционное пятно приходится основная доля световой энергии (около 84%). Можно пренебречь энергией, приходящейся на остальные дифракционные кольца, и это светлое дифракционное пятно будет являться изображением светящейся точки, которую мы рассматриваем в микроскоп. Угловой размер этого пятна уменьшается с ростом диаметра D объектива микроскопа. При очень малом угловом расстоянии между двумя точками их изображения, получающиеся с помощью какого-либо оптического прибора, накладываются друг на друга и дают одно светящееся пятно. Следовательно, две очень близкие точки не будут восприниматься прибором (глазом) отдельно или, как говорят, не будут разрешаться прибором. Поэтому как бы ни было велико по размерам изображение, на нем не будут видны соответствующие мелкие детали. Обозначим через $\delta\psi$ наименьшее угловое расстояние между двумя точками, при котором они еще разрешаются прибором. Величина, обратная $\delta\psi$, называется разрешающей силой оптического прибора.

$$R = \frac{1}{\delta\psi} .$$

Угловая полуширина центрального дифракционного максимума определяется выражением

$$\delta\psi = 1.22 \frac{\lambda}{D} ,$$

где λ – это длина волны света, падающего на наблюдаемые объекты, а D – диаметр объектива микроскопа.

Как видно из формулы, один из способов уменьшения угловой полуширины центрального максимума (т.е. радиуса пятна, изображающего наш предмет) – использование света с меньшей длиной волны (ультрафиолетовый микроскоп). При увеличении диаметра объектива разрешающая способность микроскопа повышается. Еще разрешающая способность микроскопа может быть увеличена с помощью специальной жидкой среды с большим показателем преломления (иммерсии) в пространстве между объективом и покровным стеклом микроскопа (иммерсионные микроскопы).

Нужно отметить, что окуляр совершенно не влияет на разрешающую способность микроскопа, он только создает увеличенное изображение объектива.

Из разрешающей способности микроскопа может быть оценено его полезное увеличение, оно то и лежит в пределах от 700 до 1500. При таком увеличении глаз различает все элементы структуры объекта, которые разрешимы объективом.

Практическая часть

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Определение увеличения объектива.

Чтобы определить увеличение объектива используют объективный микрометр, представляющий собой, нанесенную на стеклянную пластинку, шкалу с делением ценой 0,1мм и окулярный микрометр, заключенный в оправу окуляра. При выполнении работы на предметный столик кладут объективный микрометр, затем, перемещая при помощи кримальеры тубус, устанавливают его так, чтобы изображение шкалы объективного микрометра совпало с изображением окулярной шкалы, устанавливают обе шкалы параллельно.

Находят совпадающие на обеих шкалах штрихи делений и отсчитывают количество целых делений шкалы окуляра ($n_{ок}$), совпадающих с целым числом делений изображения объективной шкалы ($n_{об}$). Тогда

$$K_{об} = \frac{n_{ок}}{n_{об}}$$

Перемещая на столике объективный микрометр, снова находят совпадающие на обеих шкалах штрихи делений, между которыми укладывается целое число окулярной шкалы. Опыт повторить не менее 3 раз. Результаты наблюдений заносятся в таблицу 1.

Таблица 1

N опыта	Число делений		$K_{об}$	$K_{ок}$	K	ΔK
	$n_{об}$	$n_{ок}$				
1						
2						
3						
Средние значения						

2. Записать в таблицу 1 увеличение окуляра, обозначенное на окуляре $\times 8$, $\times 12$ и т.д.

3. Найти увеличение микроскопа по формуле $K=K_{об} \cdot K_{ок}$, используя данные таблицы 1.

4. Определяется среднее значение увеличения микроскопа K и его погрешности ΔK .

5. Определение размеров малых объектов.

Снимают со столика объективный микрометр и на его место устанавливают исследуемый предмет. Пусть изображение предмета, рассматриваемого в микроскоп, имеет длину, равную n делениям окулярного микрометра. Если бы со шкалой совпал сам предмет, то его длина была бы $0,1$ мм· n , так как деление шкалы равно $0,1$ мм, но со шкалой совпадает не сам предмет, а его изображение, увеличенное в $K_{об}$. Поэтому истинная длина предмета будет меньше длины изображения. Отсюда

$$l = 0.1 \frac{n}{K_{об}}.$$

Размер предмета определяют 5 раз. Результаты заносят в таблицу 2. Определяют среднее значение и погрешность измерения Δl .

Таблица 2

N опыта	n	$K_{об}$	l , мм	Δl , мм
1				
2				
...				
Средние значения				

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ К РАБОТЕ

1. Постройте изображение предмета в собирающей линзе, если предмет находится на расстоянии меньше фокусного (больше фокусного).

2. Начертите ход лучей в микроскопе.

3. Выведете формулу увеличения микроскопа.

4. Покажите кажущееся изображение предмета, расположенного на дне сосуда, заполненного водой.

5. Что мы понимаем под разрешающей способностью микроскопа?

6. От чего зависит разрешающая способность микроскопа?

7. Перечислите способы увеличения разрешающей способности микроскопа.

Учебное издание

Колубаева Л. А., Сандыкова Е. А., Кистенев Ю. В.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ УВЕЛИЧЕНИЯ МИКРОСКОПА.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ МАЛЫХ
ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ МИКРОСКОПА**

Методическое пособие к лабораторной работе

для студентов врачебных факультетов

Издательство СибГМУ
634050, г. Томск, пр. Ленина, 107
тел. 8(3822) 51-41-53
E-mail: otd.redaktor@ssmu.ru

Издано в электронном виде