

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9.

ИЗУЧЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ.

Оборудование: оптический набор "ОПТИК-КАБИНЕТ", линейки, стенной масштаб, школьный проекционный аппарат.

В данной работе используется два комплекта приборов.

1. Школьный проекционный аппарат ФОС с оптической скамьей. В комплект прибора входят следующие части: оптическая скамья из двух направляющих труб и выдвижных стержней, корпус осветителя с откидной крышкой, колодка с гнездами для специальных патронов на вилках, лампа проекционная с патроном, конденсор разборный двухлинзовый, объектив ($f=136$ мм), рейтеры и другие приспособления. К прибору дается заводское описание.
2. Набор оптических деталей "Оптик-кабинет". Он позволяет собирать модели оптических приборов: фильмоскопа, стереоскопа, астрономической трубы, зрительной трубы, театрального бинокля и микроскопа, а также изучать действие линз. Сборка приборов осуществляется по прилагаемому к набору описанию.

ВНИМАНИЕ! После работы необходимо вновь разобрать приборы и, уложив детали в соответствии с описанием, сдать набор преподавателю.

ОПИСАНИЕ ЦЕЛЕЙ РАБОТЫ.

№	Конкретная цель.	Критерий достижения цели.
Изучение теории.		
1	Увеличение в тонкой линзе.	Студент должен сформулировать понятия линейного и углового увеличения, написать формулы.
2	Принцип работы проекционного аппарата.	Студент должен уметь составить схему, объяснить назначение частей и их действие.
3	Строение и принцип работы глаза.	Студент может без подготовки объяснить работу глаза и ответить на вопросы 7-17 (с.13).
4	Принцип действия зрительной трубы.	Студент должен объяснить ход лучей в трубах Кеплера и Галилея, дать характеристику получаемых изображений и их увеличение.

После выполнения работы студент должен суметь:

1. Подготовить проекционный аппарат к работе и получить проекцию объекта (по требованию преподавателя);
2. Настроить оптическую трубу на "бесконечность";
3. Определить увеличение оптического прибора одним из методов.

ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ.

Перед выполнением работы необходимо по данному пособию или учебникам изучить следующие вопросы:

1. Получение изображений в линзе. Увеличение в линзе, зависимость увеличения от расстояния предмета до линзы.
2. Назначение и принцип работы проекционного аппарата.
3. Строение глаза как оптической системы. Пределы разрешения глаза. Назначение оптических приборов, вооружающих глаз.
4. Действие лупы.
5. Зрительная труба (телескоп). Труба Кеплера. Труба Галилея. Увеличение зрительной трубы.
6. Микроскоп. Увеличение микроскопа.

2. ОПИСАНИЕ УПРАЖНЕНИЙ.

2.1. Определение увеличения оптической трубы.

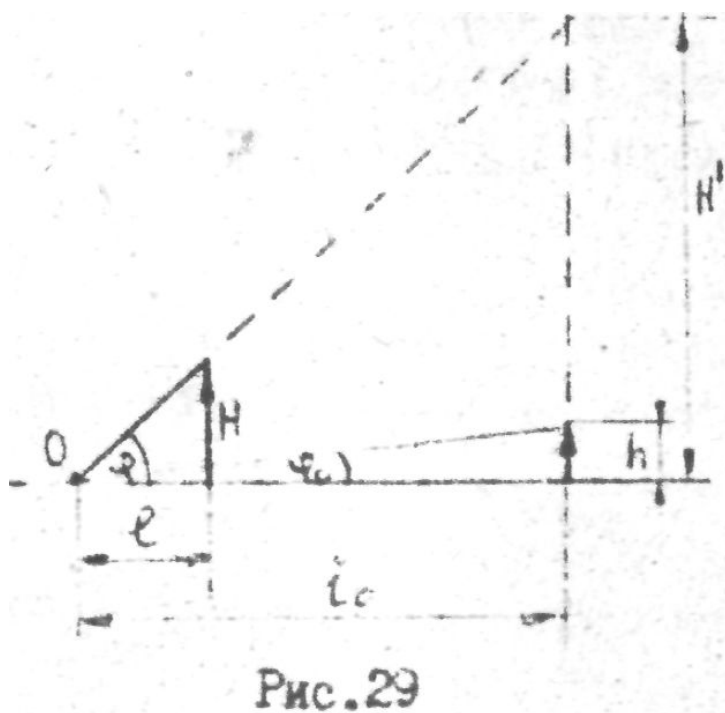
Принадлежности: 1) оптическая труба, 2) диафрагма с вырезом, 3) лупа с микрометром на штативе, 4) стенной масштаб, 5) рулетка.

Для определения увеличения оптической трубы мы предлагаем два метода.

2.1.1. Описание первого метода. Пусть h - предмет, отстоящий на расстоянии l_0 от глаза O наблюдателя, H - изображение предмета, видимое в трубу и находящееся на расстоянии l от O , φ_0 и φ - соответствующие углы зрения (см. рис.29).

Согласно определению увеличение $\beta = \frac{tg\varphi}{tg\varphi_0} = \frac{H}{l} : \frac{h}{l_0} = \frac{HL}{hl_0}$. Спроектируем

изображение H на плоскость предмета при помощи центральной проекции с центром в точке O , т.е. так, чтобы все точки изображения переместились вдоль лучей, соединяющих их с глазом наблюдателя.



Спроектированное таким образом изображение займет положение H' . Очевидно, что угол зрения этой проекции есть φ , а расстояние её от глаза есть l_0 . В этом случае увеличение $\beta' = \frac{H'}{h}$.

Если предмет представляет собой шкалу, длина одного деления которой есть h_0 , то, спроектировав её изображение на ту же шкалу, получим изображение, длина деления которого будет H'_0 , причём

$H_0' > h_0$. Если теперь выбрать такой отрезок шкалы, чтобы на ней улеглось n делений предмета и N делений изображения, где n и N - целые числа и $n > N$, то можно написать: $nh_0 = NH_0'$ (см. рис.30). Следовательно: $\beta = \frac{n}{N_0}$. (*)

Измерения.

Установив трубу на ясное видение удалённой на несколько метров линейки с делениями, смотрят одним глазом на изображение этой линейки через трубу, а другим - непосредственно на линейку. Устанавливают глаза так, чтобы изображение в трубе налагалось на видимую невооруженным глазом линейку, и определяют количество n целых делений шкалы линейки, совпадающих с N целыми делениями её изображения. Увеличение β вычисляют по формуле (*) и находят погрешности. Таким способом можно производить определение увеличения только при малых значениях β . Этот метод неточен, т.к. условия опыта не соответствуют условиям применения трубы: она применяется для рассматривания весьма удаленных предметов, а расстояние, доступное в лабораторных условиях, сравнительно мало.

2.1.2. Описание второго метода.

Известно, что между субъективным увеличением оптической трубы и фокусными расстояниями составляющих её линз существует следующее соотношение:

$$\beta = \frac{f_{i\hat{a}}}{f_{i\hat{e}}},$$

где $f_{i\hat{a}}$ - главное фокусное расстояние объектива, а $f_{i\hat{e}}$ - окуляра. Кроме того, в случае установленной на бесконечность трубы, длину ее L , т.е. расстояние между объективом и окуляром, можно считать равной $f_{i\hat{a}} + f_{i\hat{e}}$.

Если, вывинтив объектив установленной на бесконечность трубы, поместить на его место предмет определенной величины h (диафрагму с вырезом), то по другую сторону окуляра на некотором расстоянии v от него получится действительное изображение предмета величины H .

На основании формулы увеличения линзы имеем: $H : h = \hat{a} : (f_{i\hat{a}} + f_{i\hat{e}})$. (1)

Кроме того: $\frac{1}{f_{i\hat{a}} + f_{i\hat{e}}} + \frac{1}{\hat{a}} = \frac{1}{f_{i\hat{e}}}$. (2)

Исключая из (1) и (2) v , получим: $\beta = \frac{f_{i\hat{a}}}{f_{i\hat{e}}} = \frac{h}{H}$. (**)

Т.о., отношение фокусных расстояний, а вместе с ним и увеличение трубы оказываются равными отношению размера предмета, находящегося на месте объектива, к величине его изображения, образуемого окуляром.

Измерения.

Устанавливают трубу на бесконечность, то есть так, чтобы какой-нибудь предмет (удаленный) был ясно виден. Вывинчивают объектив трубы и ставят на его место диафрагму с вырезом (например, в форме ромба).

Определить величину изображения, образуемого окуляром, можно следующими способами:

1. За окуляром устанавливают экран (лучше всего матовое стекло - почему?) и подбирают такое его положение, чтобы изображение ромба было наиболее резким. Тщательно измеряют длину H_1 и H_2 диагоналей ромба. При этом нужно следить затем, чтобы плоскость экрана была перпендикулярна оси трубы. Проверка этого производится путем поворота экрана в ту и другую сторону. При выполнении условия перпендикулярности длина диагоналей изображения будет наименьшей.

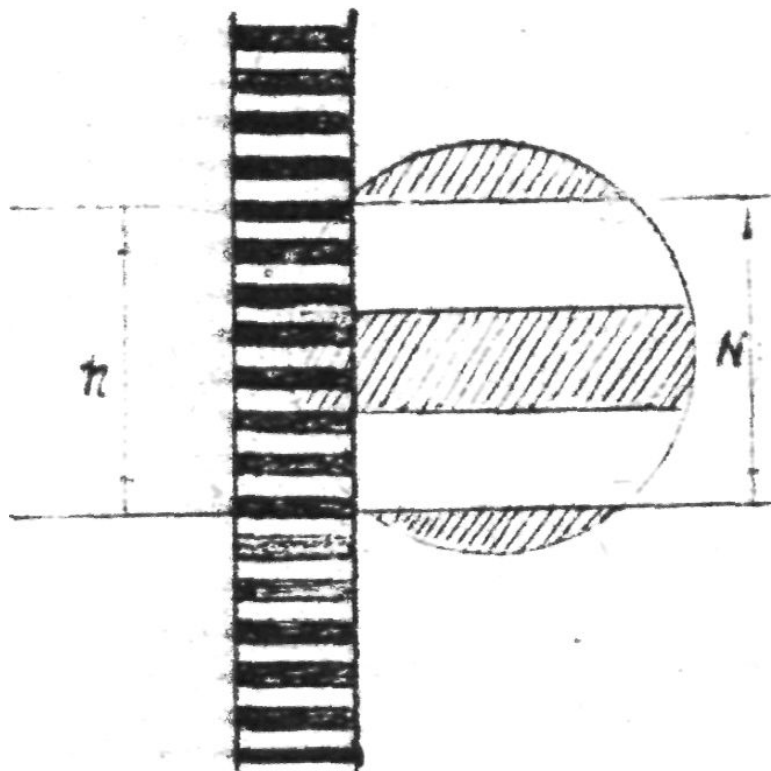


Рис.30.

2. Вместо экрана устанавливают окулярный микрометр с известной ценой деления. Передвигая микрометр, добиваются, чтобы на его шкале получилось четкое изображение ромба. По шкале микрометра определяют длину диагоналей изображения ромба. Если длина диагоналей ромба равна h_1 и h_2 , а длина их изображений на шкале микрометра - H_1 и H_2 , то увеличение трубы:

$$\beta = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{h_1}{H_1} + \frac{h_2}{H_2} \right) = \frac{1}{2} \cdot (\gamma_1 + \gamma_2).$$

2.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЯ ЗРЕНИЯ ОПТИЧЕСКОЙ ТРУБЫ.

Для определения поля зрения трубы ее фокусируют на стенную линейку с делениями и замечают, сколько делений этой линейки видимы в трубу. Затем измеряют рулеткой расстояние от объектива трубы до линейки.

Если первая величина - число делений линейки, видимых в трубу, - равна n , а вторая величина - расстояние от трубы до линейки - равна r , то поле зрения оптической трубы, выраженное в градусах, определяется формулой: $\alpha = 57.3 \cdot \frac{n}{r}$.

3. ЗАДАНИЯ.

3.1. Изучение проекционного аппарата.

1. Разберите принципиальную схему проекционного аппарата. Получив допуск к работе у преподавателя и, используя описание прибора ФОС-67, подготовьте его к работе.
2. Получите проекцию вертикального объекта (диапозитива).
3. Получите проекцию горизонтального объекта.

3.2. Сборка моделей оптических приборов.

3.2.1. Изучение фильмоскопа (или стереоскопа).

1. Соберите фильмоскоп (или стереоскоп).
2. Объясните ход лучей при образовании изображения и дайте характеристику полученного изображения.
3. Определите увеличение, создаваемое фильмоскопом, и сравните полученное значение с теоретическим (фокусное расстояние линзы определите сами или возьмите из описания).

3.2.2. Изучение оптической трубы.

1. Соберите по описанию «астрономический телескоп».
2. Объясните ход лучей в приборе, дайте характеристику изображения.
3. Определите увеличение и поле зрения телескопа.
4. Соберите «земную зрительную трубу».
5. Объясните ход лучей, дайте характеристику изображения.
6. Определите увеличение трубы и ее поле зрения.
7. Соберите бинокль.
8. Объясните ход лучей в бинокле. Укажите отличия в оптических схемах бинокля и зрительной трубы.

3.2.3. Изучение микроскопа.

1. Соберите модель микроскопа.
2. Объясните ход лучей в микроскопе, дайте характеристику изображения.
3. Определите увеличение микроскопа.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

1. Каково назначение блоков и элементов проекционного аппарата? (например, конденсора, рейтера, столика и др.)?
2. Что можно регулировать в проекционном аппарате? Каким образом?
3. Как установить проекционную лампу на оптической оси конденсора и объектива?
4. Как добиться равномерно освещенного светового пятна на экране?
5. Как можно добиться четкого изображения проецируемого объекта на экране?
6. Чем объясняется синеватая окраска светового поля на экране? Красноватая?
7. Проекционный фонарь дает изображение диапозитива на экран. Что произойдет, если половину объектива фонаря закрыть непрозрачным предметом?
8. Световые лучи от киноаппарата падают на экран, отражаются и попадают в глаза зрителей. Каково это отражение: зеркальное или рассеянное? Можно ли вместо белого полотна (экрана) использовать плоское зеркало?
9. Почему с увеличением изображения его освещенность уменьшается?
10. Можно ли в телескоп увидеть муху, севшую на объектив этого телескопа?
11. Можно ли с помощью оптики микроскопа увидеть звезду?
12. Как нужно перестроить оптику телескопа, чтобы можно было сфотографировать наблюдаемое?
13. В любой телескоп звезды видим как светящиеся точки. В чем же преимущество наблюдения звезд в телескопы перед наблюдением невооруженным глазом?
14. Почему в телескоп можно днем видеть звезды?