



ИНФОРМАЦИОННЫЕ
И КОММУНИКАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЕ

Капустина Е.В.

ФИЗИКА

КОНСПЕКТЫ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

ОПТИЧЕСКИЕ
ЯВЛЕНИЯ

8

Урок №6.

Оптические приборы.

1. ОБЩАЯ ХАРКТЕРИСТИКА ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ.

Оптические приборы - это устройства, в которых происходит преобразование (пропускание, отражение, преломление) видимого света.

Оптические приборы открыли человеку два полярных по масштабам мира - космический с его огромными расстояниями и микроскопический, населенный мельчайшими организмами. Телевизионная передача, демонстрация кинофильма, быстрая съемка рельефа местности, точное измерение расстояний до объектов и скорости их движения возможны только благодаря использованию оптических приборов. Оптические приборы (рис. 1) могут увеличивать, уменьшать, улучшать качество изображения или давать возможность увидеть искомый предмет косвенно.



Рис. 1. Оптические приборы

Все оптические приборы можно разделить на группы:

1. Приборы, которые действуют только с глазом человека и не образуют изображений на экране. К ним относятся лупа, микроскоп, телескоп, бинокль. Такие приборы называются визуальными.

2. Приборы, позволяющие записывать неподвижное и движущееся изображение на фотоматериалах, магнитной ленте или в цифровой памяти. К ним относятся фотоаппарат, кинокамера, видеокамера.

3. Приборы, при помощи которых получают оптические изображения на экране. К ним относятся киноаппарат, эпидиаскоп, диапроектор и другие.

2. ФОТОАППАРАТ.

Фотоаппарат или фотографический аппарат — это устройство для регистрации неподвижных изображений различных объектов.

Фиксация изображения в фотоаппарате осуществляется при помощи света на светочувствительном фотоматериале (фотоплёнке). В цифровом фотоаппарате для записи оптического изображения вместо светочувствительного материала используется полупроводниковая матрица (интегральная микросхема с фотодиодами) и цифровое запоминающее устройство.

Рассмотрим основные структурные элементы фотоаппарата.

1) Корпус

Корпус – основа конструкции фотоаппарата, объединяющая узлы и детали в согласованную оптико-механическую систему.

Стенки корпуса образуют светонепроницаемую камеру, в передней части которой установлен объектив, а в задней части – кассета со светочувствительным материалом или светочувствительная матрица.

2) Объектив.

Объектив – основная часть любого фотоаппарата.

Объектив — оптический прибор, состоящий из линзы или системы линз, заключенных в оправу, и предназначенный для получения на светочувствительном материале или светочувствительной матрице четкого изображения объектов.

Объектив помещают в передней части светонепроницаемого корпуса фотоаппарата. Объектив можно плавно перемещать относительно пленки или матрицы для получения на ней четкого изображения близких или отдаленных от фотоаппарата предметов.

В большинстве случаев объект для фотографирования расположен на расстоянии, большем двойного фокусного расстояния, а изображение - между фокусом и двойным фокусом объектива. Объектив дает вблизи задней стенки светонепроницаемой камеры действительное, перевернутое, уменьшенное изображение фотографируемого объекта. В том месте, где образуется изображение, и помещают фотопленку или матрицу.

3) Затвор.

Затвор - устройство, с помощью которого при съемке обеспечивается продолжительность воздействия световых лучей на светочувствительный материал или светочувствительную матрицу.

4) Диафрагма.

Диафрагма — это размер (диаметр) отверстия, с помощью которого в объективе фотокамеры можно регулировать освещенность фотопленки или матрицы и тем самым действовать на характеристики и качество изображения. Диаметр отверстия изменяется с помощью лепестков внутри объектива.

Принцип действия аналогового (пленочного) фотоаппарата следующий.

Кнопка спуска запускает процесс фотосъемки, длящийся не более секунды. В одно мгновение срабатывает затвор, раскрываются лепестки диафрагмы, свет попадает на фотопленку и изменяет её химический состав - кадр запечатлен! Он остается невидимым до тех пор, пока плёнку не опустят в специальный раствор – проявитель. Под действием проявителя темнеют те места, на которые падал свет. Чем больше было освещено какое-нибудь место плёнки, тем темнее оно будет после проявления. Полученное изображение называют негативом, на нем светлые места предмета получают темными, а темные – светлыми.

С негатива получают позитив, то есть изображение, на котором темные места расположены так же, как и на фотографируемом предмете. Для этого негатив прикладывают к бумаге, тоже покрытой светочувствительным слоем (фотобумаге), и освещают. Затем фотобумагу опускают в проявитель, потом в закрепитель, промывают и сушат.

В зависимости от настройки оптики объектива, применения особых линз, освещенности и угла направленного света, времени раскрытия диафрагмы можно получить различный вид изображения на фотографии.

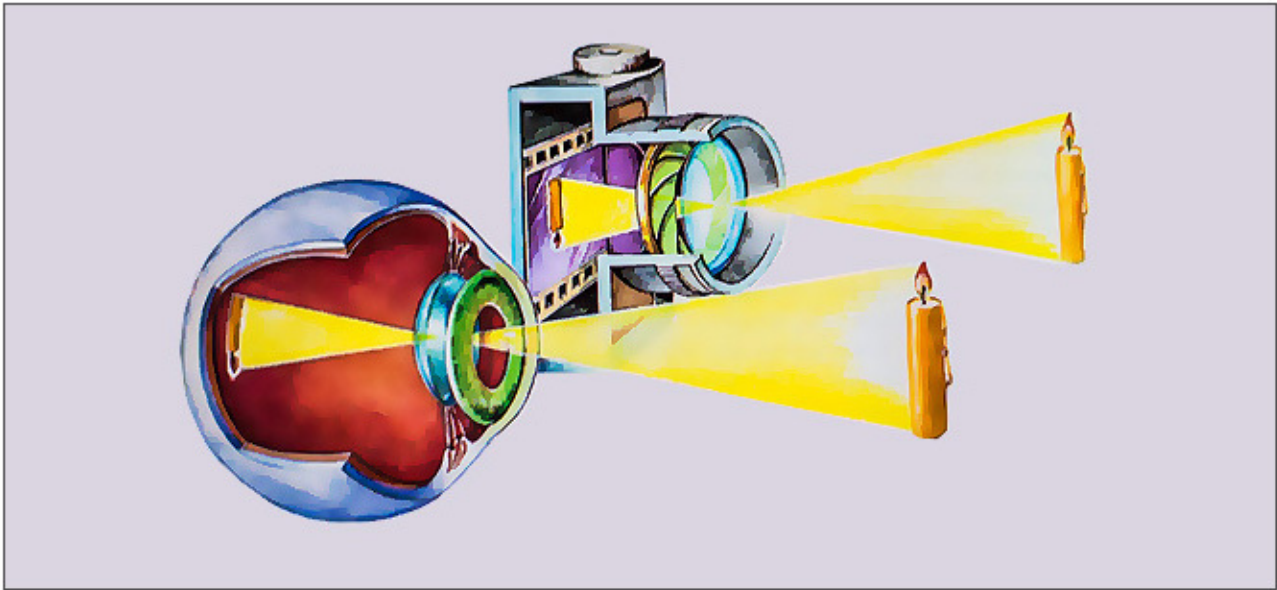


Рис. 2. Фотоаппарат и глаз

Определим сходные элементы в устройстве фотоаппарата и глаза (рис. 2).

Глаз	Фотоаппарат
Глазное яблоко	Камера
Система роговица-хрусталик	Система линз (объектив)
Зрачок	Диафрагма
Веки	Затвор
Сетчатка	Фотоплёнка или матрица

Принцип работы цифрового фотоаппарата (рис. 3) на стадии прохождения света через линзу объектива тот же, что и у пленочного. Изображение (световые лучи, идущие от фотографируемого объекта) преломляется через систему оптики, но сохраняется не на химическом элементе фотопленки аналоговым путем, а преобразуется в цифровую информацию на матрице.

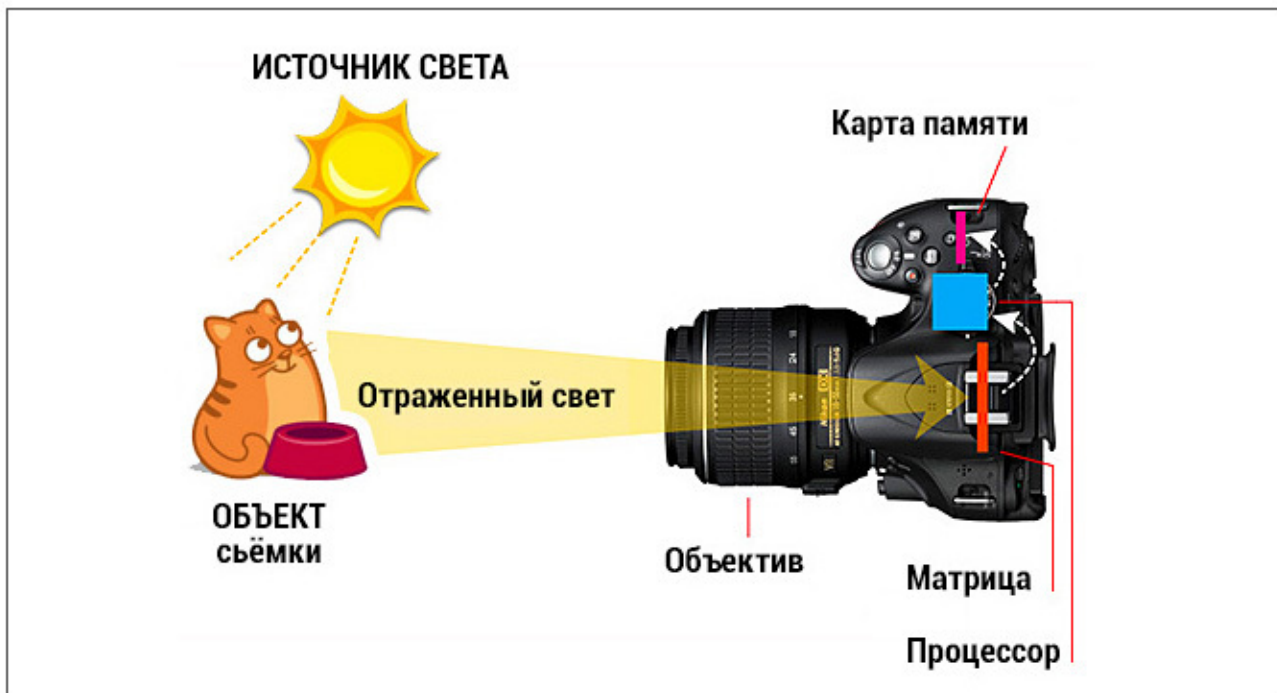


Рис. 3. Цифровой фотоаппарат

Матрица - это аналог фотопленки или пленочного кадра. Как и на фотопленке, лучи света, собранные объективом, "рисуют" картинку. Разница в том, что на фотопленке эта картинка хранится, а на датчиках матрицы под действием света возникают электрические сигналы, которые обрабатываются процессором камеры, после чего изображение сохраняется в виде файла на карту памяти.

Итак, в чём принципиальная разница цифровой и плёночной фотографии? Это электроника против химии, скажет один. Цифра против плёнки, добавит другой. Но это не исчерпывающие ответы! Фотоплёнка совмещает место рождения снимка и место его хранения. Матрица фотоаппарата тоже рождает изображение, но не хранит его. Функцию хранения снимков в цифровой фотографии выполняет карта памяти. Информацию в виде изображения можно редактировать, перезаписывать и отправлять на другие носители данных.

ЭТО ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ!

Приведем несколько интересных фактов из истории фотографии.

- Первым человеком, который сумел сделать "фотографический" снимок, был французский изобретатель фотографии Джозеф Ньепс. Самой первой фотографией в истории считается кадр «вид из окна», созданный им в 1826 году. На процесс создания снимка потребовалось 8 часов.

- Первая фотография Солнца сделана французскими физиками Луи Физо и Леоном Фуко в апреле 1845 года. На фотографии можно увидеть несколько пятен на Солнце.
- Первая цветная фотография была сделана в 1861 Джеймсом Максвеллом, английским физиком.
- Первая цветная фотография в России была опубликована в журнале «Записки Русского технического общества». Это был портрет Льва Николаевича Толстого (рис. 4), которого в 1908 году в Ясной Поляне сфотографировал Сергей Михайлович Прокудин-Горский — русский фотограф, химик (ученик Д. И. Менделеева), изобретатель, издатель, педагог и общественный деятель.

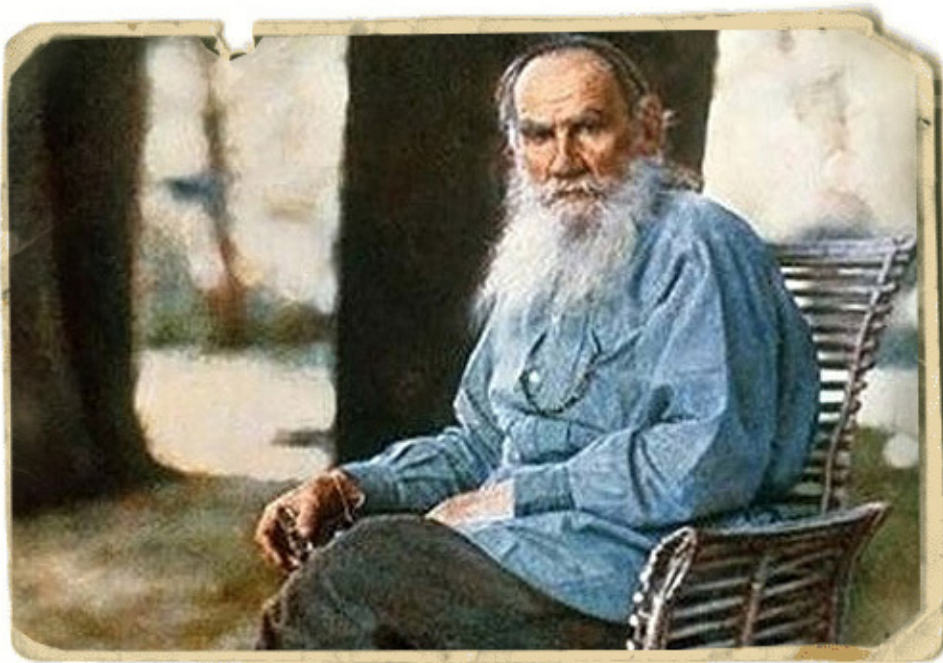


Рис. 4. Портрет Л. Н. Толстого

- Первая фотография обратной стороны Луны была сделана 7 октября 1959 года на советской автоматической межпланетной станции «Луна-3». До этого времени человечество не знало, какой вид имеет обратная, не видимая с Земли сторона Луны.
- Первая уникальная фотография, на которой изображена полностью освещенная Земля (рис. 5), известна как «The Blue Marble» («Голубой шарик») и была сделана 7 декабря 1972 года командой космического корабля «Аполлон-17».



Рис. 5. Земля «The Blue Marble»

Выводы.

1. Фотоаппарат – прибор для фиксирования изображения на светочувствительном материале.
2. Фотоаппарат устроен по принципу глаза человека.
3. Фотографируемый предмет располагают на расстоянии больше двойного фокусного расстояния: $d > 2F$, где d – расстояние от предмета до объектива, F – фокусное расстояние объектива.
4. Фотоаппарат дает уменьшенное, действительное, перевернутое изображение, расположенное между фокусом и двойным фокусом объектива: $2F > f > F$, где f – расстояние от объектива до изображения.

3. ПРОЕКЦИОННЫЙ АППАРАТ

Проекционный аппарат (проектор) – это оптико-механический прибор для проецирования на экран увеличенных изображений различных объектов.

Принцип действия проекционных аппаратов заключается в проецировании с помощью оптической системы на экран изображения объекта, нанесенного на тонкой полупрозрачной пленке (диапозитиве), при освещении его мощной проекционной лампой. В результате изображение может быть показано большой аудитории.

Диапозитив - позитивное фотографическое изображение на прозрачном материале, предназначенное для демонстрации на экране с помощью проектора (рис. 6).



Рис. 6. Диапозитивы

Виды проекционных аппаратов.

- Диаскопический проекционный аппарат создает изображения при помощи диапроекции, то есть лучей света, проходящих через светопроницаемый носитель с изображением. Это самый распространённый вид аналоговых проекционных аппаратов. К ним относят такие приборы, как кинопроектор, диапроектор, фотоувеличитель, кодоскоп и другие.
- Эпископический проекционный аппарат создаёт изображения непрозрачных предметов путём эпипроекции, то есть проецирования отраженных лучей света. К ним относятся эпископы, мегаскоп.

- Эпидиаскопический проекционный аппарат (эпидиаскоп) формирует на экране комбинированные изображения как прозрачных, так и непрозрачных объектов.

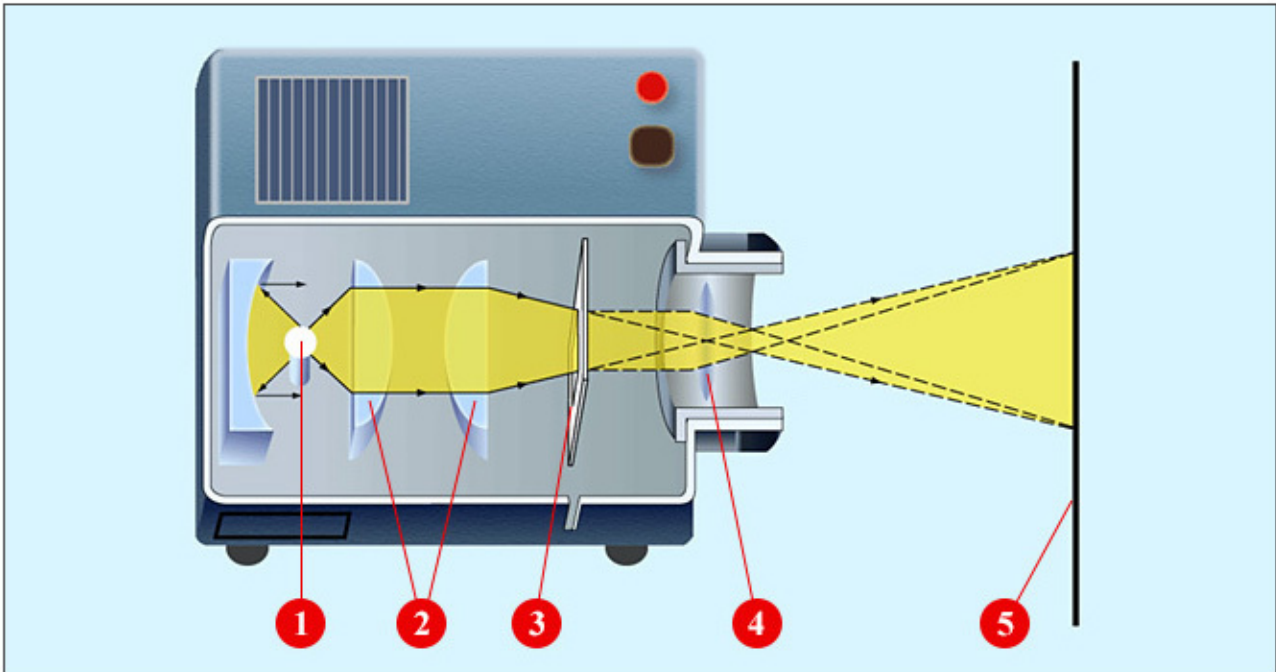


Рис. 7. Диаскопический проекционный аппарат

Рассмотрим принцип работы диапроектора.

В проекционном аппарате (рис. 7) **прозрачная плёнка 3** или слайд с изображением «вверх ногами» размещают на расстоянии d от **объектива 4**, что удовлетворяет условию $2F > d > F$. Для освещения плёнки используют **электрическую лампу 1**. Для того чтобы изображение кадра на экране было ярким, необходимо очень сильное освещение плёнки. Для этого расходящийся поток света от лампы 1 проектора собирается в параллельный пучок света системой из двух линз, которая называется **конденсором 2**. С помощью **объектива 4** на **экране 5** получают увеличенное, действительное, перевернутое изображение кадра плёнки. Так как кадр плёнки изначально был расположен «вверх ногами», то изображение на экране наблюдается как прямое, а не перевернутое.

Разновидностью диаскопического проекционного аппарата является кинопроекторный аппарат, в котором освещаемый прозрачный объект (киноплёнка) перемещается определённым образом для создания эффекта движения на экране.

С появлением и развитием цифровых технологий был создан новый вид проектора – мультимедийный или цифровой проектор.

Мультимедийный или цифровой проектор представляет собой автономный оптический прибор, который создает плоское изображение на большом экране с помощью проецирования на экран информации, поступающей в проектор.

Источником выводимой информации для современных мультимедийных проекторов может служить практически что угодно. Это и видеопроигрыватели, компьютеры, внешние жесткие диски, флеш-накопители, смартфоны, планшеты и другая электроника.

Название «цифровой проектор» связано, прежде всего, с обычным для нашего времени применением в таких проекторах цифровых технологий обработки информации и формирования изображения. Проекционные аппараты применяются для презентаций, в качестве технических средств обучения (рис. 8). Современные проекционные аппараты, подключаемые к компьютеру, позволяют проецировать на большой экран изображение с экрана монитора.



Рис. 8. Мультимедийный проектор

Цифровой кинопроектор – видеопроектор с высокой разрешающей способностью и мощным световым потоком, специально спроектированный для демонстрации цифровых кинофильмов на большом экране в кинотеатре.

Является конечным устройством технологии цифрового кинематографа, позволяющего при производстве и демонстрации фильмов обходиться без киноплёнки. Цифровой кинопроектор, в отличие от традиционного, не нуждается в перезарядке частей фильма, поскольку вся фильмокопия хранится на одном сервере воспроизведения. Это делает ненужной установку в аппаратной нескольких постов кинопроекции, обеспечивавших в плёночную эпоху показ фильма без перебоев. Цифровой кинопроектор обладает значительно более низким уровнем производимого шума, благодаря чему цифровой кинопоказ обеспечивает более высокое качество звука и комфорта зрителей. Кроме того, цифровая копия фильма не подвержена механическому износу и обрывам, в отличие от киноплёнки, которая имела ограниченный прокатный ресурс и значительное снижение качества изображения после нескольких сеансов. Цифровое копирование файлов фильма гораздо дешевле, чем печать на киноплёнке и экологичнее, потому что исключает лабораторную обработку, дающую токсичные отходы. Благодаря необязательности физической доставки, появилась возможность легко проводить мировые кинопремьеры одновременно в любой точке земного шара.

Выводы.

- 1. Проекционный аппарат – прибор для получения увеличенного изображения на экране.**
- 2. Диапозитив или киноплёнку располагают между фокусом и двойным фокусом объектива: $2F > d > F$, где d – расстояние от объектива до диапозитива или киноплёнки, F – фокусное расстояние объектива.**
- 3. Проекционный аппарат дает на экране увеличенное, действительное, перевернутое изображение на расстоянии, бóльшем двойного фокусного расстояния объектива: $f > 2F$.**

4. ЛУПА

Если бы человек пользовался непосредственно только своими глазами, то круг объектов, доступных для рассматривания, был бы очень ограничен: все маленькие и отдаленные предметы, для которых угол зрения меньше предельного угла зрения, оставались бы недоступными для наблюдения и изучения.

Но человек сумел создать оптические приборы, с помощью которых расширил возможности своего зрения. Одним из таких оптических приборов является лупа (рис. 9). Следует отметить, что комбинация «лупа-глаз» является одной оптической системой.



Рис. 9. Лупа

Лупа — это двояковыпуклая собирающая линза с небольшим фокусным расстоянием (то есть короткофокусная), предназначенная для увеличения и наблюдения мелких предметов, расположенных на конечном расстоянии. Обычно фокусное расстояние лупы не превышает 10 см.

Размещая лупу между глазом и рассматриваемым предметом, человек видит этот предмет в увеличенном виде и, не напрягая глаз, рассматривает такие детали предмета, которые «ускользают» от невооруженного глаза.

В чем секрет действия лупы? Чтобы ответить на этот вопрос, вспомним, что глаз человека видит только те предметы, изображение которых получается на сетчатке. Величина изображения на сетчатке зависит от угла зрения, а, следовательно, от расстояния предмета до глаза. Лупа увеличивает угол зрения, а также изображение предмета на сетчатке глаза, поэтому видимые размеры предмета увеличиваются по сравнению с его действительными размерами.

Происходит это следующим образом.

Рассматриваемый предмет AB помещается между лупой и её фокусом (рис. 10). Как известно, в этом случае лупа не может дать на экране изображение предмета: лучи, прошедшие через линзу, идут расходящимися пучками и не собираются справа от линзы в точки. Если мысленно продолжить лучи влево от линзы, то они пересекутся и дадут мнимое, прямое, увеличенное изображение предмета A_1B_1 . Изображение A_1B_1 находится на расстоянии наилучшего зрения $OA_1 = d$.

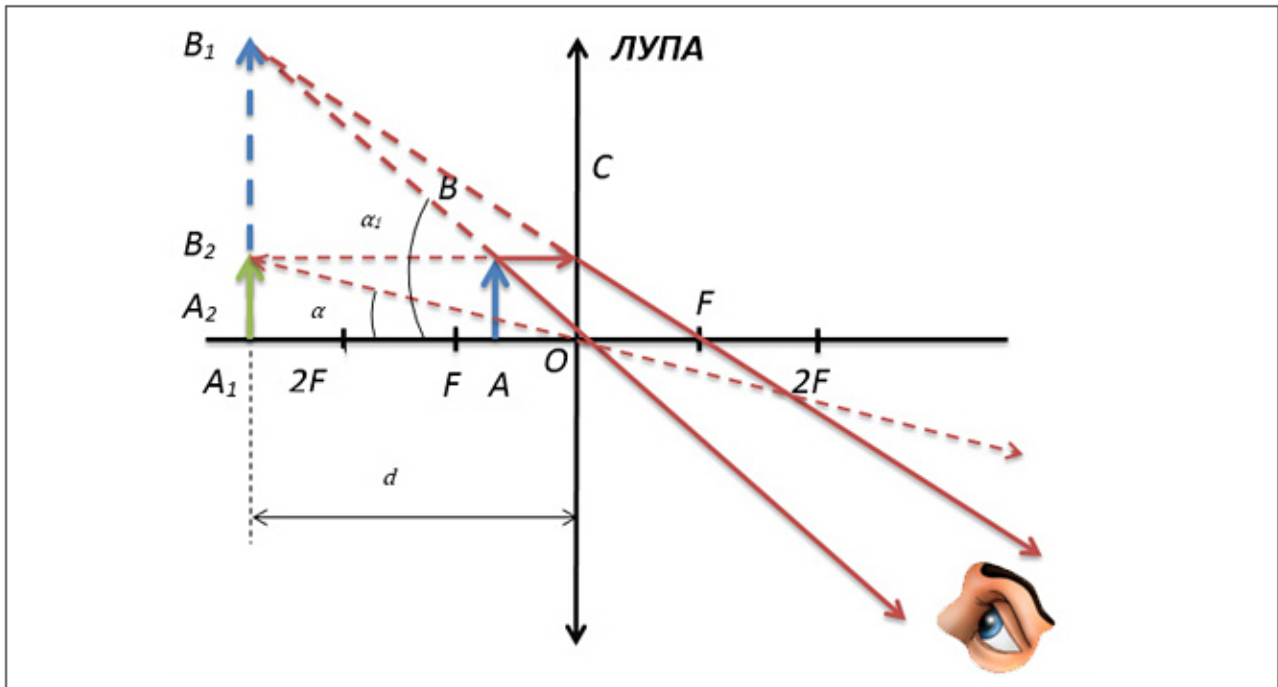


Рис. 10. Изображение, даваемое лупой

Повторим, что на экране это изображение предмета получить нельзя, так как изображение мнимое. Однако мнимое изображение, даваемое лупой, можно увидеть. Для этого надо поместить справа за лупой, на пути расходящихся лучей глаз. Оптическая система глаза собирает расходящиеся световые лучи на сетчатке, формируя действительное изображение предмета.

Размер мнимого изображения A_1B_1 значительно больше самого предмета AB . Поэтому глаз видит мнимое увеличенное изображение A_1B_1 под большим углом зрения α_1 , чем видел бы без лупы сам предмет $AB = A_2B_2$, помещенный на том же расстоянии d . Поскольку увеличился угол зрения ($\alpha_1 > \alpha$), то увеличился и размер изображения на сетчатке глаза. А раз так, то в передаче изображения в головной мозг участвует больше светочувствительных клеток, и глаз может увидеть такие детали предмета, которые неразличимы без лупы. Как правило, линза дает увеличение от 2 до 50 раз.

Увеличение или видимое увеличение является одной из основных характеристик лупы как оптического прибора.

Увеличение, даваемое лупой, равно отношению расстояния наилучшего зрения к фокусному расстоянию лупы:

$$Г = \frac{d}{F} \quad \text{где}$$

Г – увеличение лупы (линзы);

d – расстояние наилучшего зрения, равное 25 см;

F – фокусное расстояние лупы (линзы).

Выводы.

- 1. Лупа – прибор для наблюдения малых объектов. «Лупа-глаз» является единой оптической системой.**
- 2. Лупу всегда подвигают к предмету так, чтобы предмет располагался между лупой и её фокусом: $d < F$, где d – расстояние от предмета до лупы, F – фокусное расстояние лупы.**
- 3. Лупа даёт прямое и увеличенное, мнимое изображение предмета. Его можно наблюдать только оптическим прибором, например глазом, фотоаппаратом.**
- 4. Лупа увеличивает угол зрения, поэтому с помощью лупы на предмете можно рассмотреть более мелкие детали, чем невооруженным глазом.**
- 5. Лупа используется во многих областях деятельности человека, в том числе в биологии, медицине, археологии, ювелирном деле, криминалистике и других.**

5. МИКРОСКОП

Лупа позволяет лишь немного заглянуть в мир малых предметов. Чтобы проникнуть в него дальше и изучить его, надо вооружить глаз каким-то другим, более мощным прибором, который увеличивал бы угол зрения, а значит, и видимые глазу размеры мелких предметов не в десятки, а в сотни и тысячи раз. Таким оптическим прибором является микроскоп (рис. 11).

Микроскоп – оптический прибор с одной или несколькими линзами для получения увеличенных изображений объектов, не видимых невооруженным глазом.

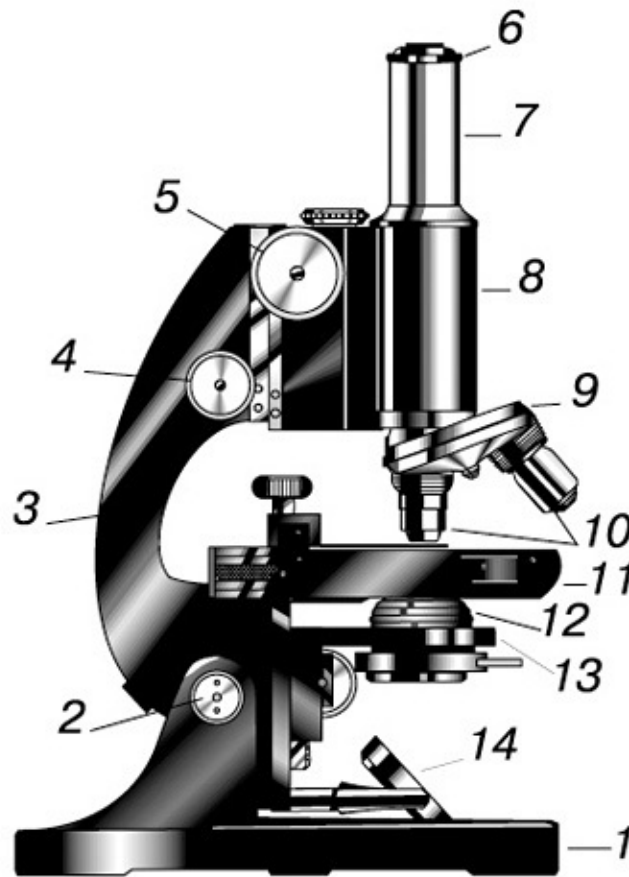


Рис. 11. Микроскоп

- | | |
|---|---------------------------|
| 1 – штативная подставка; | 8 – тубус; |
| 2 – шарнир для наклона; | 9 – револьверная головка; |
| 3 – тубусодержатель; | 10 – объективы; |
| 4 – ручка микрометрической регулировки; | 11 – предметный столик; |
| 5 – ручка грубой регулировки; | 12 – конденсор; |
| 6 – окуляр; | 13 – нижний держатель; |
| 7 – держатель окуляра; | 14 – зеркало. |

Существуют простые и сложные микроскопы. Простой микроскоп представляет собой одну систему линз, именно такой является обычная лупа. Сложный микроскоп сочетает в себе две простые линзы. Сложный микроскоп дает большее увеличение, чем простой, и обладает большей разрешающей способностью. Именно наличие данной способности (разрешающей) дает возможность различать детали образцов. Увеличенное изображение, на котором неразличимы подробности, дает мало полезной информации.

Разрешающая способность микроскопа — это способность создавать чёткое раздельное изображение двух близко расположенных точек объекта.

Сложный микроскоп имеет двухступенчатую схему. Одна система линз, называемая объективом, подводится близко к образцу. Она создает увеличенное, действительное и перевернутое изображение объекта. Изображение далее увеличивается другой системой линз, называемой окуляром и помещающейся ближе к глазу наблюдателя. Эти две системы линз расположены на противоположных концах тубуса.

Рассмотрим устройство и правила работы с микроскопом.

На рисунке 11 представлен **типичный исследовательский микроскоп с одним окуляром и двумя сменными объективами**. Штативная подставка выполнена в виде тяжелой отливки, обычно подковообразной формы. К ней на шарнире прикреплён тубусодержатель, несущий все остальные части микроскопа. Тубус, в который вмонтированы линзовые системы, позволяет перемещать их относительно образца для фокусировки. Объектив расположен на нижнем конце тубуса.

Обычно микроскоп снабжен несколькими объективами разного увеличения на револьверной головке, которая позволяет устанавливать их в рабочее положение на оптической оси. Наблюдатель, исследуя образец, начинает, как правило, с объектива, имеющего наименьшее увеличение и наиболее широкое поле зрения, находит детали, интересующие его, а затем рассматривает их, пользуясь объективом с большим увеличением. Окуляр вмонтирован в конец выдвигного держателя (который позволяет изменять длину тубуса, когда это необходимо). Весь тубус с объективом и окуляром можно передвигать вверх и вниз, наводя микроскоп на резкость.

Образец обычно берется в виде очень тонкого прозрачного слоя или среза. Его кладут на прямоугольную стеклянную пластинку, называемую предметным стеклом, и накрывают сверху более тонкой стеклянной пластинкой меньших размеров, называемой покровным стеклом. Образец часто окрашивают химическими веществами, чтобы увеличить контраст. Предметное стекло кладут на предметный столик так, чтобы образец находился над центральным отверстием столика. Столик обычно снабжается механизмом для плавного и точного перемещения образца в поле зрения. Под предметным столиком находится держатель третьей системы линз - конденсора, который концентрирует свет на образце. Конденсоров может быть несколько.

Еще ниже расположено осветительное зеркало, устанавливаемое в универсальном шарнире, которое отбрасывает свет на образец, за счет чего вся оптическая система микроскопа и создает видимое изображение.

Окуляр можно заменить фотоприставкой, и тогда изображение будет формироваться на фотопленке. Многие исследовательские микроскопы оснащаются специальным осветителем, так что в осветительном зеркале нет необходимости.

Ход лучей в микроскопе.

Ход лучей в микроскопе значительно сложнее, чем в лупе (рис. 12). Прежде, чем попасть в глаз наблюдателя, лучи, идущие от предмета, проходят две линзы и поэтому два раза меняют свое направление. Благодаря этому достигается очень большое увеличение угла зрения.

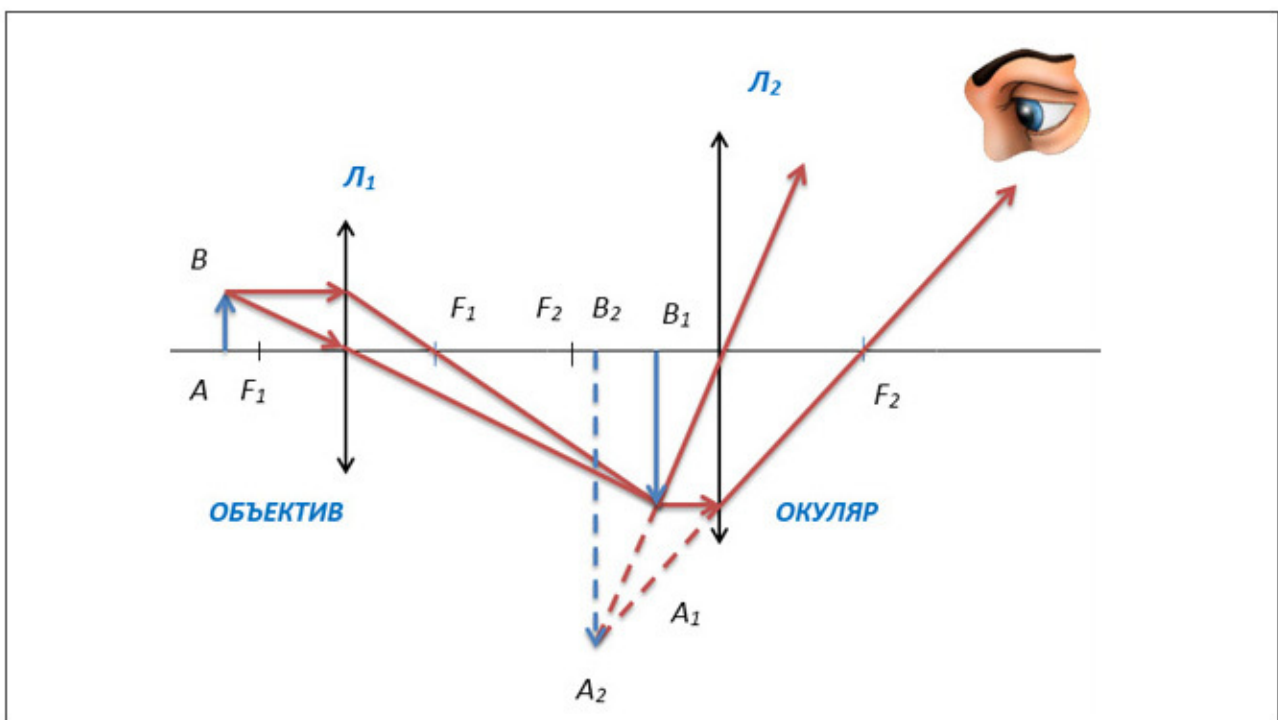


Рис. 12. Ход лучей в микроскопе

Рассматриваемый предмет AB помещается вблизи первой линзы (L_1) микроскопа, которая называется объектив. Расстояние между предметом и объективом всегда немного больше фокусного расстояния объектива F_1 . Поэтому после прохождения через объектив пучки лучей, идущие от каждой точки предмета, сходятся, и за линзой образуется увеличенное, перевернутое, действительное изображение предмета A_1B_1 .

Вторая линза микроскопа (L_2), называемая окуляром, используется как лупа. С ее помощью глаз рассматривает даваемое объективом действительное изображение предмета A_1B_1 .

Поэтому устанавливается окуляр так, чтобы действительное изображение предмета A_1B_1 находилось между окуляром и ее фокусом F_2 . В итоге глаз видит мнимое изображение, даваемое окуляром A_2B_2 . Величина этого изображения в несколько раз больше величины действительного изображения A_1B_1 , полученного с помощью объектива, и величины самого предмета AB .

Увеличение микроскопа.

Увеличение микроскопа равно произведению увеличения объектива на увеличение окуляра:

$$\Gamma = \Gamma_1 \cdot \Gamma_2, \text{ где}$$

Γ – увеличение микроскопа;

Γ_1 – увеличение объектива микроскопа;

Γ_2 – увеличение окуляра микроскопа.

Для типичного исследовательского микроскопа увеличение окуляра равно 10, а увеличение объективов – 10, 45 и 100. Следовательно, увеличение такого микроскопа составляет от 100 до 1000. Увеличение некоторых микроскопов достигает 2000. Повышать увеличение еще больше не имеет смысла, так как разрешающая способность при этом не улучшается; наоборот, качество изображения значительно ухудшается.

Современные микроскопы.

В связи с различными требованиями науки и техники в настоящее время разработаны микроскопы многих специальных видов. Современные микроскопы могут давать колоссальное увеличение – до $1500 \div 2000$ раз, при этом качество изображения будет прекрасное. Довольно большую популярность имеют **бинокулярные микроскопы** (рис. 13). В них изображение от одного объектива раздваивается, при этом на него можно смотреть сразу двумя глазами (в два окуляра). Это позволяет еще лучше зрительно различать мелкие детали, определять форму, размеры, строение и другие характеристики микрообъектов. Подобные микроскопы обычно используются в разных лабораториях для исследований микроорганизмов, растительных и животных клеток, кристаллов, деталей микроструктур металлов и сплавов, тканей.

Электронные микроскопы (рис. 14) помогают «рассмотреть» изображения отдельных атомов. Правда, слово «рассмотреть» применено здесь относительно, так как глазами напрямую мы не смотрим - изображение объекта появляется вследствие сложнейших физических процессов. Электронный микроскоп позволяет получать изображение объектов с максимальным увеличением до 10^6 раз, благодаря использованию, в отличие от оптического микроскопа, вместо светового потока пучка электронов.



Рис. 13. Биноккулярный микроскоп

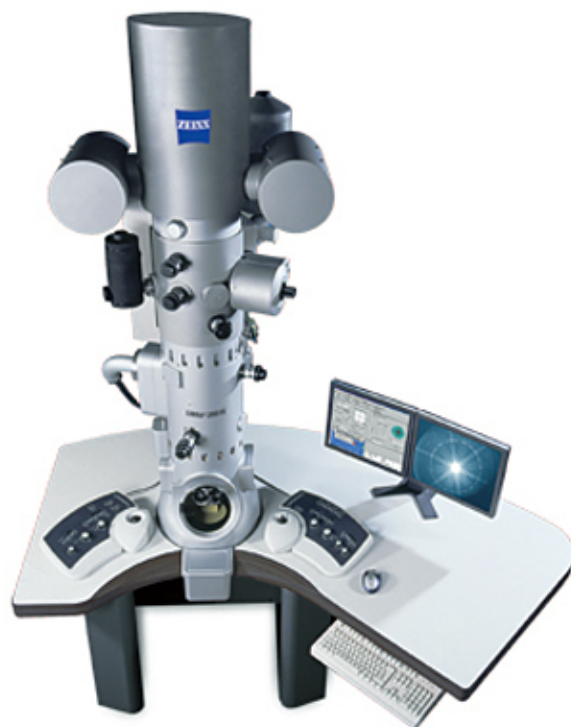


Рис. 14. Электронный микроскоп

Благодаря высокой разрешающей способности, электронные микроскопы нашли широкое применение в различных областях науки и техники, в микробиологии, медицине, фармакологии, вирусологии. Они дали возможность получать трехмерные изображения микроскопических структур (электронная томография), контролировать качество лекарственных препаратов, изучать воздействие токсинов на организмы. Незаменимы они в современных отраслях промышленности.

В настоящее время оптические микроскопы морально устарели, так как их вытесняют **цифровые микроскопы** (рис. 15). Цифровые микроскопы предоставляют большие возможности для изучения различных объектов микромира.

Цифровой микроскоп – это микроскоп, к которому можно подсоединять фото- или видеокамеру посредством адаптера, что позволяет анализировать полученные изображения на компьютере, сохранять и передавать результаты, исследовать объекты как через встроенный оптический окуляр микроскопа, так и непосредственно на экране монитора, а так же демонстрировать их для широкой аудитории с помощью проектора.

Основной отличительный признак цифрового микроскопа от оптического микроскопа – это отсутствие окуляра, через который глаз человека видит исследуемый объект. Его заменила цифровая камера, благодаря которой нет искажений и улучшена цветопередача. Важно и то, что все изображения получаются в цифровом виде, поэтому позже можно проводить дополнительную обработку снимков и хранить множество фотографий на одном носителе информации.



Рис. 15. Цифровой микроскоп

Как работает цифровой микроскоп? Рассматриваемый микропрепарат помещается на предметный стол микроскопа, выбирается объектив с нужным увеличением, цифровая камера снимает полученное изображение и передаёт его в компьютер по USB-кабелю. Программное обеспечение, идущее в комплекте с микроскопом, позволяет управлять фото- и видеосъёмкой, сохранять и обрабатывать полученные изображения, создавать учебные фильмы на основе собранного материала.

У пользователя компьютера также есть возможность распечатать увеличенные изображения предметов. Кроме того, можно демонстрировать эксперименты большой аудитории в режиме реального времени.

В последнее время часто путают электронные микроскопы и цифровые микроскопы. Это не одно и то же. Первые построены по принципу электронной пушки и в качестве "рабочего" элемента в них используются волновые свойства электронов. Поэтому разрешающая способность в несколько раз выше, чем у световых и цифровых микроскопов.

Сегодня новые технологии помогают увидеть то, что буквально сто лет назад было недоступно. Части микроскопа на протяжении всей его истории постоянно совершенствовались, и в настоящее время мы видим микроскоп уже в законченном варианте. Однако научный прогресс не стоит на месте, и в недалеком будущем будут появляться еще более усовершенствованные модели микроскопов.

Выводы.

- 1. Микроскоп – прибор для наблюдения очень малых объектов. Прибор «работает» вместе с глазом, усиливая его оптические возможности.**
- 2. Рассматриваемый предмет располагают непосредственно за фокусом объектива: $2F > d > F$, где d – расстояние от предмета до объектива, F – фокусное расстояние объектива.**
- 3. Объектив создает увеличенное, действительное, перевернутое изображение предмета.**
- 4. Изображение, даваемое объективом микроскопа, находится между окуляром и его фокусом.**
- 5. Окуляр работает как лупа. Окуляр еще раз увеличивает изображение, даваемое объективом, и создает увеличенное, мнимое, прямое изображение предмета.**
- 6. Разрешающая способность и увеличение – оптические характеристики микроскопа.**

6. ТЕЛЕСКОП

С незапамятных времен человека волнуют вопросы: что представляют собой далёкие небесные тела, какое они имеют строение, есть ли на них жизнь? Но ответить на эти вопросы нелегко.

Огромные расстояния отделяют Землю от небесных тел. Солнце, Луна, планеты Солнечной системы находятся ближе, но все равно они отделены от неё расстояниями, исчисляемыми сотнями тысяч и миллионами километров. Поэтому, несмотря на то, что размеры небесных тел велики, угол зрения, под которым они видны с Земли, очень мал. Малы и размеры изображения небесных тел на сетчатке глаза.

Звёзды видны глазу человека в виде светлых точек. Изображения Солнца, Луны и планет имеют несколько большие размеры, но и они недостаточно велики для того, чтобы рассмотреть подробности строения этих тел.

Можно ли улучшить видимость небесных тел? Можно. Для этого необходимо увеличить угол зрения. Оптический прибор, с помощью которого можно увеличивать угол зрения и видимые размеры небесных тел, не приближаясь к ним, называется телескоп.

Телескоп - это прибор, с помощью которого можно наблюдать отдаленные объекты путём сбора электромагнитного излучения.

Существуют телескопы для всех диапазонов электромагнитного спектра:

- оптические телескопы;
- радиотелескопы;
- инфракрасные телескопы;
- ультрафиолетовые телескопы;
- рентгеновские телескопы;
- гамма-телескопы.

Отметим, что есть два основных типа телескопов:

- рефракторы (на основе линз);
- рефлекторы (на основе зеркал).

Если объектив телескопа представляет собой линзу или систему линз, телескоп называют рефрактором.

Если объектив телескопа представляет собой вогнутое зеркало, телескоп называют рефлектором.

Оптический телескоп представляет собой трубу, имеющую объектив и окуляр и установленную на монтажке, снабжённой механизмами для наведения на объект наблюдения и слежения за ним.

К оптическим телескопам относятся бинокль и подзорная труба. С их помощью можно рассмотреть мелкие детали и удаленные предметы.

Рассмотрим устройство оптического телескопа-рефрактора. Как и микроскоп, телескоп состоит из двух линз. В телескопе к рассматриваемому небесному телу обращена линза большого диаметра – объектив, к глазу наблюдателя обращена линза малого диаметра – окуляр. Зачем нужна большая линза-объектив? Являясь основной оптической частью телескопа, объектив собирает свет и создает изображение небесного тела. Собираемая телескопом световая энергия зависит от размеров объектива. Чем больше площадь его поверхности, тем более удаленные или слабо светящиеся объекты можно наблюдать в телескоп. К тому же, с увеличением диаметра объектива увеличивается разрешающая способность телескопа, то есть его способность видеть по отдельности очень близко расположенные звёзды.

В микроскопе установлен короткофокусный объектив, а в телескопе – длиннофокусный объектив.

Выясним, что происходит с лучами после прохождения их через телескоп.

Поскольку небесные тела находятся на очень больших расстояниях от наблюдателя, то с полным основанием можно считать, что лучи света от них идут параллельным пучком и собираются объективом в фокальной плоскости на расстоянии F от объектива (рис. 16). Окуляр помещается на фокусном расстоянии f от изображения, создаваемого объективом. Выходящие из окуляра параллельные пучки света фокусируются глазом, и на сетчатке получается действительное изображение объекта.

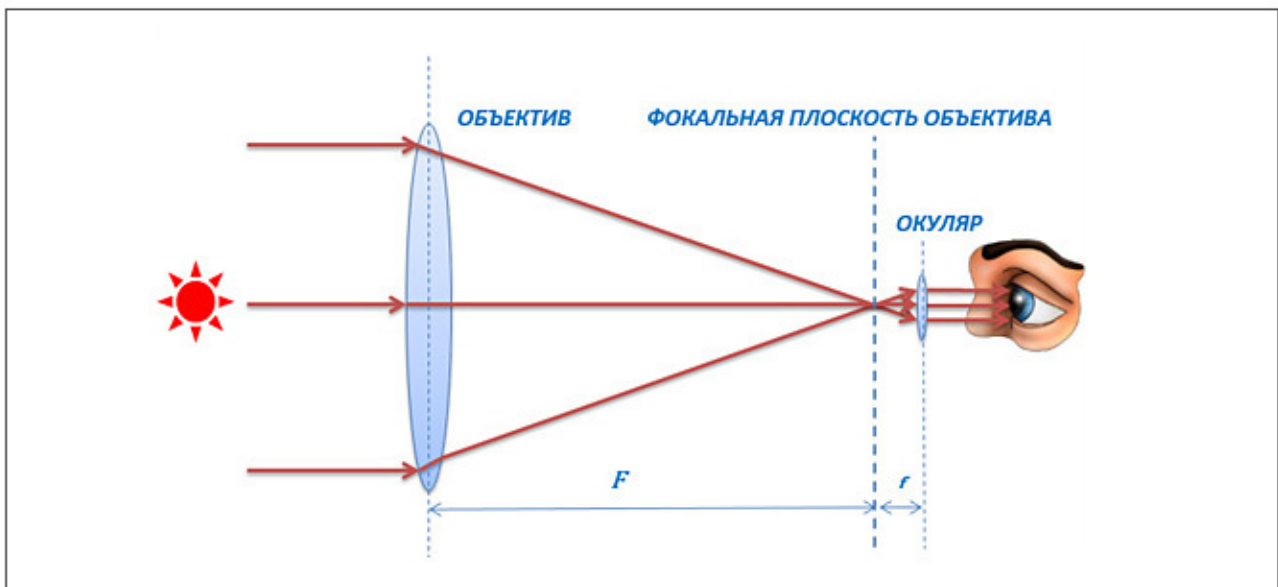


Рис. 16. Ход лучей в телескопе

Для получения фотографий небесных тел фотоплёнка или матричный приемник излучения помещается в фокальной плоскости объектива телескопа.

Вернемся к вопросу о свойствах изображения, которое дает объектив телескопа. Объектив телескопа дает действительное, перевернутое изображение наблюдаемого объекта. Объектив микроскопа тоже дает действительное изображение предмета. Но между изображениями, даваемыми объективами микроскопа и телескопа, есть большая разница. **В микроскопе образуется изображение, увеличенное по сравнению с размерами самого предмета. А изображение в телескопе во много раз меньше небесного тела.** Какую же пользу приносит в таком случае объектив телескопа? Дело в том, что создаваемое объективом изображение находится рядом с наблюдателем и его можно рассматривать с близкого расстояния. Поэтому угол зрения, под которым глаз видит это изображение, больше того угла, под которым видит небесное тело невооруженный глаз.

Увеличение телескопа будет тем больше, чем больше размер изображения, создаваемого объективом. Размер изображения возрастает с увеличением фокусного расстояния объектива. Поэтому для объективов телескопов используют линзы с большим фокусным расстоянием, часто исчисляемым метрами.

Для ещё большего увеличения угла зрения в телескопе есть вторая линза – окуляр. Действует окуляр телескопа так же, как и окуляр микроскопа. Он, как обычная лупа, увеличивает полученное с помощью объектива действительное изображение.

Угловое увеличение или кратность телескопа определяется отношением:

$$Г = \frac{F}{f} \quad \text{где}$$

G – угловое увеличение телескопа;

F – фокусное расстояние объектива телескопа;

f – фокусное расстояние окуляра телескопа.

Школьные телескопы, как правило, имеют объективы с фокусным расстоянием $80 \div 100$ см и набор окуляров с фокусным расстоянием $1 \div 6$ см. То есть увеличение школьных микроскопов может быть разным: от 15 до 100. В современных астрономических обсерваториях установлены телескопы, имеющие объективы с фокусным расстоянием более 10 м, поэтому увеличение этих оптических приборов может превышать 1000. Однако пользоваться таким большим увеличением на практике по ряду причин не удастся. Одной из таких причин, наиболее существенной, являются помехи, вносимые атмосферой Земли. Идущие от далекой звезды лучи света, прежде чем попасть в объектив телескопа, проходят через слой окружающего Землю воздуха.

Плотность воздуха в различных частях слоя различна и быстро меняется во времени, вследствие чего правильность хода лучей нарушается. Это приводит к искажению изображения, даваемого объективом телескопа. Поэтому телескопы устанавливаются на возвышенной и безлюдной местности, так как в горах воздух гораздо чище и содержит меньше пыли. Кроме того влияние света, идущего от населенных пунктов, значительно меньше в горной местности, чем в городах.

Для защиты телескопа от ветра, дождя и снега над ним воздвигается специальное здание (рис. 17). На крыше здания имеется отверстие, через которое проводится наблюдение неба. Внешний вид этого здания необычен. Нередко оно строится в виде огромного купола. Телескопы устанавливаются, как правило, в горных местностях. Воздух там чист и прозрачен; помехи, вносимые атмосферными явлениями, значительно меньше.



Рис. 17. Специальная астрофизическая обсерватория (САО)

Увеличивает ли телескоп звёзды?

Наблюдая в телескоп за Солнцем, Луной и планетами Солнечной системы, человек видит их значительно бóльшими, чем они видны невооруженному глазу. Создается впечатление, что эти небесные тела как бы приблизились к наблюдателю. Создается это впечатление за счет того, что телескоп увеличивает угол зрения, а значит, и величину изображения небесных тел на сетчатке глаза. Поэтому глаз получает возможность рассмотреть некоторые подробности строения этих небесных тел.

Но если наблюдатель посмотрит в телескоп на звёзды, он будет удивлен и разочарован. Телескоп не увеличивает видимых размеров звёзд! В то время как Солнце, Луна и планеты видны в телескоп увеличенными, звёзды видны в телескоп лишь яркими точками. Почему? Отметим, что Солнце, Луна и планеты, то есть тела Солнечной системы, находятся к Земле значительно ближе, чем звёзды. Даже самая близкая из известных в настоящее время звёзд удалена от Земли в сотни раз дальше, чем Солнце. Поэтому даже в самых сильных телескопах угол зрения не может быть увеличен настолько, чтобы звёзды стали видны в виде дисков. Вот почему телескоп увеличивает видимые размеры тел Солнечной системы, а звёзды видны только точками.

Возникает вопрос, зачем же тогда применяют телескоп при наблюдении звёзд? Ведь никаких подробностей их строения увидеть с помощью телескопа невозможно. Но он все же приносит большую пользу. Телескоп увеличивает количество света, попадающего от звезды в глаз, и позволяет тем самым видеть звёзды, невидимые невооруженным глазом. Входящий в объектив пучок лучей, пройдя через телескоп, «сжимается» и выходит из окуляра таким, что его поперечный размер (диаметр пучка) равен диаметру зрачка глаза. В глаз попадает света во столько раз больше, во сколько площадь объектива телескопа превышает площадь зрачка (рис.16).

ЗАПОМНИТЕ! В телескоп нельзя смотреть на Солнце, поскольку его яркость будет такой, что вы можете потерять зрение.

Наблюдение звёзд в телескоп существенно ещё в одном отношении. Хотя телескоп и не увеличивает видимых размеров звёзд, но он увеличивает видимое расстояние между отдельными звёздами, «разделяет» звёзды. С изобретением телескопа стало известно, что многие звёзды, кажущиеся невооруженному глазу одиночными, состоят на самом деле из двух, трех и более звёзд. Млечный Путь – светлая полоса, опоясывающая все небо, – оказался скоплением огромного числа звёзд нашей Галактики.

ЭТО ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ!

- Самые первые чертежи простейшего линзового телескопа (причем как однолинзового, так и двухлинзового) были обнаружены ещё в записях итальянского художника, ученого, изобретателя, писателя Леонардо да Винчи, датированных 1509 годом. Сохранилась его запись: «Сделай стекла, чтобы смотреть на полную Луну» (сборник рукописей и рисунков «Атлантический кодекс»).

- Первым, кто направил зрительную трубу в небо, превратив её в телескоп, и получил новые научные данные, стал Галилео Галилей - итальянский физик, механик, астроном, философ и математик. В 1609 году он создал свою первую зрительную трубу с трёхкратным увеличением. В том же году он построил телескоп с восьмикратным увеличением длиной около полуметра. Позже им был создан телескоп, дававший 32-кратное увеличение: длина телескопа была около метра, а диаметр объектива — 4,5 см. Это был очень несовершенный инструмент и, тем не менее, с его помощью Галилей сделал ряд открытий. Галилей открыл пятна на Солнце, горы на Луне, четыре спутника планеты Юпитер – Ио, Ганимед, Европа и Каллисто, доказал, что Млечный Путь – это скопление звезд.
- Самый большой телескоп-рефрактор мира (рис.18) принадлежит Йеркской обсерватории. Астрономическая обсерватория расположена на горе Вильсон (высота 1742 метра), к северо-западу от Лос-Анджелеса, Калифорния, США. Воздух на горе Вильсон более спокойный, чем в других частях Северной Америки, что делает её идеальным местом для астрономических наблюдений. Диаметр объектива телескопа равен 102 см, длина трубы – 21 м. Более крупные рефракторы не используются. Это связано с тем, что качественные большие линзы дороги в производстве и крайне тяжелы, что ведёт к деформации и ухудшению качества изображения. Крупные телескопы обычно являются рефлекторами.



Рис. 18. Самый большой телескоп-рефрактор мира, Йеркская обсерватория, США

- **БТА (Большой Телескоп Альт-Азимутальный)** — крупнейший в Евразии, самый большой в России оптический телескоп-рефлектор (рис. 19). Телескоп установлен в Специальной астрофизической обсерватории (САО) на горе Семиродники у подножия горы Пастухова (высота 2733 метра) близ поселка Нижний Архыз Карачаево-Черкесской Республики, на высоте 2070 метров над уровнем моря. Главное монолитное зеркало диаметром 605 см имеет форму параболоида вращения. Фокусное расстояние зеркала 24 метра, вес зеркала без учёта оправы - 42 тонны. Телескоп установлен на альт-азимутальной монтировке. Азимутальная монтировка позволяет перемещать оптическую трубу по горизонтали и вертикали. Масса подвижной части телескопа — около 650 тонн.



Рис. 19. Большой Телескоп Альт-Азимутальный (БТА), Россия

Общая масса телескопа - около 850 тонн. Телескоп работает на открытом воздухе, поэтому для сведения к минимуму температурных деформаций днём в подкупольном пространстве с помощью специальной климатической установки поддерживается предполагаемая ночная температура. БТА является телескопом мирового класса. Большая светособирающая способность телескопа дает возможность проводить исследование структуры, физической природы и эволюции внегалактических объектов, детальное изучение физических характеристик и химического состава звезд, исследование процессов звездообразования и эволюции звезд, изучение поверхностей и химического состава атмосфер планет, измерение траекторий движения небесных тел на больших расстояниях от Земли и многое другое.

- 24 апреля 1990 года на орбиту Земли был запущен космический телескоп "Хаббл" - автоматическая обсерватория (рис. 20). Телескоп Хаббл назван так в честь Эдвина Хаббла – знаменитого американского астронома.

Длина телескопа «Хаббл» составляет 13,3 метра, диаметр 4,3 метра, размах солнечных батарей 2,0 метра. Масса телескопа «Хаббл» составляет 11000 кг; приборы, установленные на нем, увеличивают массу телескопа до 12500 кг. Рефлекторный телескоп «Хаббл» оснащен зеркалом диаметром 2,4 метра.

Размещение телескопа в космосе даёт возможность регистрировать электромагнитное излучение в диапазонах, в которых земная атмосфера непрозрачна; в первую очередь — в инфракрасном диапазоне. Благодаря отсутствию влияния атмосферы разрешающая способность телескопа в 7–10 раз больше, чем у аналогичного телескопа, расположенного на Земле. За время работы на околоземной орбите телескоп «Хаббл» получил 1 миллион изображений 22 000 небесных объектов — звёзд, туманностей, галактик, планет. Астрономы всего мира используют данные телескопа «Хаббл» в своих исследованиях.



Рис. 20. Телескоп «Хаббл»

Телескоп «Хаббл» обслуживается космонавтами во время полетов на космических кораблях. Изначально было принято решение спускать телескоп «Хаббл» на Землю раз в пять лет для его проверки и обновления, но потом отказались от этой идеи из-за опасности загрязнений и деформаций при перегрузках. Было решено обслуживать телескоп на орбите раз в три года.

Выводы.

- 1. Телескоп – прибор для наблюдения очень удаленных объектов. Прибор «работает» вместе с глазом, усиливая его оптические возможности.**
- 2. Рассматриваемый предмет (небесное тело) расположен очень далеко от объектива телескопа.**
- 3. Объектив создает действительное, перевернутое изображение предмета. Размер изображения, даваемого объективом телескопа, во много раз меньше размеров небесного тела.**
- 4. Изображение, даваемое объективом телескопа, находится в фокальной плоскости объектива.**
- 5. Окуляр помещается на фокусном расстоянии f от изображения, создаваемого объективом.**
- 6. Окуляр работает как лупа. Окуляр увеличивает изображение, даваемое объективом, и создает увеличенное, мнимое, прямое изображение предмета (небесного тела).**
- 7. Разрешающая способность и увеличение – оптические характеристики телескопа.**