

СОДЕРЖАНИЕ

Введение _____ 2

ДНЕВНЫЕ ПРИБОРЫ

Основные аспекты физической и геометрической оптики применимо к оптическим приборам _____ 4

Классификация дневных оптических приборов _____ 7

Показатели, характеризующие дневные оптические приборы _____ 8

Бинокли: классификация, принципы действия, область применения конкретных приборов по классам _____ 11

Зрительные трубы: классификация, принципы действия, область применения конкретных приборов по классам _____ 15

Дневные прицелы: классификация, принципы действия, область применения конкретных приборов по классам _____ 17

Телескопы _____ 23

НОЧНЫЕ ПРИБОРЫ

Назначение и классификация приборов ночного видения _____ 26

Основные технические (они же и потребительские) характеристики ПНВ _____ 27

Принцип работы ПНВ _____ 29

ЭОП как основная часть прибора ночного видения _____ 30

ПНВ: Монокюляры, бинокли, очки _____ 36

ПНВ: прицелы _____ 39

Цифровые ночные приборы _____ 40

Прочие оптические приборы:
Оптические дальномеры, стабископы, адаптеры _____ 43

Оптические приборы — приборы для более удобного рассмотрения тех или иных предметов. Они могут увеличивать, уменьшать, улучшать качество изображения, давать возможность увидеть искомый предмет косвенно.

Первое упоминание о линзах (основная часть любого оптического прибора) можно найти в древнегреческой пьесе Аристофана «Облака» (424 г. До н.э.), где с помощью выпуклого стекла и солнечного света добывали огонь, используя главную способность линзы — собирать и фокусировать световые лучи.

Широкое применение линзы получили уже с появлением очков примерно в 1280-х годах в Италии. А первым настоящим оптическим прибором является оптическая зрительная труба — оптический прибор для наблюдения удалённых объектов, состоит из объектива, создающего действительное изображение объектов, и окуляра для увеличения этого изображения. Также зрительная труба может включать оборачивающую систему и систему призм для сокращения длины, либо изменения линии наблюдения (Бинокль, Перископ, Стереотруба, Телескоп). Увеличение зрительной трубы равно отношению фокусных расстояний объектива и окуляра.

С тех пор человечество неразрывно связано со своими изобретениями — оптическими приборами, непрерывно совершенствуемыми и позволяющими человеку заглянуть далеко за горизонт или наоборот — в микромир, то есть туда, где невооружённым глазом уже ничего не увидишь. Сравнительно недавно разрабатываются оптические приборы ночного видения (монокуляры, бинокли, охотничьи прицелы) — позволяющие видеть практически в полной темноте. И сегодня такие приборы также доступны для бытового применения.

В этом методическом пособии мы рассмотрим основные типы оптических приборов, применяемых для наблюдения на охоте, рыбалке, в горах, в туристическом походе для наблюдения удалённых объектов при дневном свете и в темноте.



ДНЕВНЫЕ ПРИБОРЫ

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ФИЗИЧЕСКОЙ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИКИ ПРИМЕНИМО К ОПТИЧЕСКИМ ПРИБОРАМ

Оптические системы большинства наблюдательных приборов, предназначенных для рассматривания удаленных предметов, (бинокли, зрительные трубы, телескопы, прицелы, геодезические приборы и т.п.) называются телескопическими (от греч. tele — вдале, далеко, и scoreo — смотрю). Основное свойство телескопических систем в том, что пучок параллельных световых лучей, поступающих во входной зрачок такой системы, выходит через выходной зрачок так же пучком параллельных лучей (схема 1).

Схема телескопической системы состоит как минимум из двух компонентов — обращенный к рассматриваемым объектам называется объективом, а обращенный к глазу наблюдателя — окуляром. Каждый из этих компонентов может быть оптической поверхностью или представлять собой сложную комбинацию оптических деталей. Поскольку диаметр объектива (его входной зрачок) намного меньше расстояния, на котором находятся наблюдаемые предметы, пучки лучей света поступающих от них считаются параллельными. От внеосевых предметных точек приходят пучки, лучи которых одинаково наклонены к оптической оси на угол ω . Чем дальше от оси находится предметная внеосевая точка, тем больше угол ω наклона проходящего пучка лучей. Выходящие из телескопической системы пучки лучей от внеосевых точек будут наклонены к оси на угол ω' . Пучки света параллельные оптической оси системы объектив собирает в одной точке, которую называют задним фокусом объектива F_1' . Расстояние от плоскости линзы до фокуса называется фокусным расстоянием f_1' , а плоскость, проходящая через фокус и перпендикулярная оптической оси системы — фокальной плоскостью. Объектив, состоящий из выпуклой линзы, образует действительное перевернутое изображение предмета в своей задней фокальной плоскости, а окуляр, подобно лупе позволяет рассматривать это изображение. Объектив и окуляр телескопической системы соединяются таким образом, что бы задний фокус F_1' объектива совпадал с передним фокусом F_2 окуляра. Окуляр может быть как выпуклым (собирающим, положительным), так и вогнутым (рассеивающим, отрицательным). Теле-

4

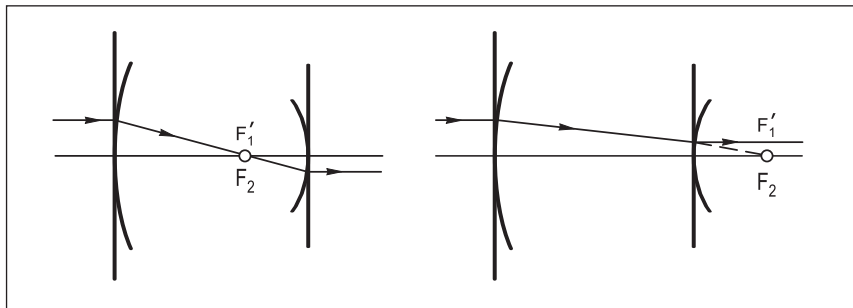


схема 1. Схема телескопической системы.

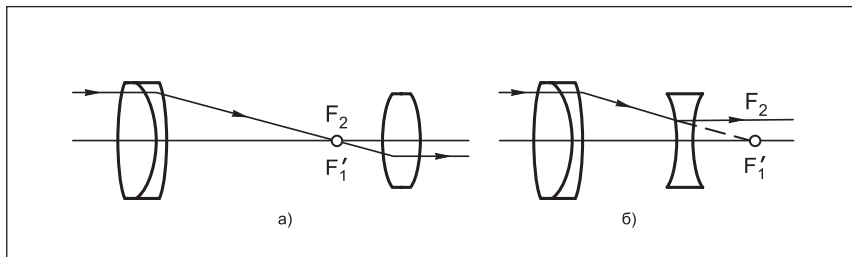


схема 2. Схемы зрительных труб: а) Кеплера, б) Галилея.

скопическая система, состоящая из положительных объектива и окуляра, называется зрительной трубой Кеплера, а состоящая из положительного объектива и отрицательного окуляра — зрительной трубой Галилея (схема 2). Нетрудно заметить, что изображение в зрительной трубе Кеплера получается перевернутым, что является вполне нормальным, например, для телескопов. В других оптических приборах, использующих такую схему, между объективом и окуляром располагают дополнительные оптические компоненты (призмы, линзы, зеркала) превращающие перевернутое изображение, создаваемое объективом, в прямое.

Основными оптическими характеристиками телескопической системы являются видимое увеличение Γ , угловое поле зрения 2ω и диаметр выходного зрачка D' (схема 3).

Видимое увеличение Γ телескопической системы равно ее угловому увеличению γ_m :

$$\Gamma = \operatorname{tg} \omega' / \operatorname{tg} \omega = \gamma_m.$$

Так же видимое увеличение можно определить как отношение диаметра входного зрачка объектива к диаметру выходного зрачка окуляра, а также как отношение их фокусных расстояний:

$$\Gamma = D/D' = f_1'/f_2';$$

По размеру изображения предметы кажутся увеличенными в Γ раз, так как они наблюдаются под углом ω' , который больше ω примерно в Γ раз. Поэтому все предметы кажутся приближенными к наблюдателю, а само пространство изображений — сжатым в направлении линии наблюдения. $\operatorname{tg} \omega = \operatorname{tg} \omega' / \Gamma$;

Диаметр выходного зрачка телескопической системы определяет количество световой энергии, выходящей из прибора, т.е. является основным параметром оценки его светосилы. Если диаметр зрачка глаза меньше диаметра выходного зрачка телескопической системы, то субъективная яркость наблюдаемых изображений предметов конечных размеров будет отличаться от субъективной яркости изображений в невооруженном глазу на коэффициент потерь света в приборе. Если диаметр зрачка глаза больше диаметра выходного зрачка телескопической системы, то субъективная яркость изображения в вооруженном глазу будет меньше в сравнении с таковой в невооруженном глазу. Поэтому при наблюдении зрачок глаза совмещается с выходным зрачком системы и между ними желательно иметь полное совпадение не только по положению, но и по диаметру.

Выходным зрачком телескопической системы является изображение входного зрачка. Выходной зрачок характеризуется не только диаметром, но и расстоянием от последней поверхности — удалением выходного зрачка s'_p . Входным зрачком часто служит оправа самого объектива, которая является апертурной диафрагмой. Телескопические системы, предназначенные для наблюдения в дневное время, должны иметь выходные зрачки 2...5 мм, а в сумеречное время — 5...7 мм.

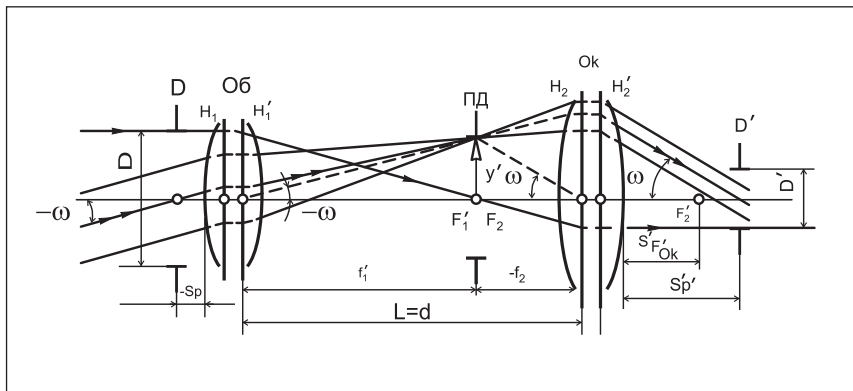


схема 3. Схема телескопической системы.

Классификация дневных оптических приборов

Дневные оптические приборы — устройства в которых происходит преобразование (пропускание, отражение, преломление) видимого света. Предназначены для получения увеличенного изображения сильно удаленных, либо мало-размерных объектов.

Исходя из их назначения, конструкции и технических характеристик, дневные оптические приборы можно разделить на основные группы:

- *Бинокли;*
- *Зрительные трубы и монокуляры;*
- *Оптические прицелы;*
- *Телескопы;*
- *Микроскопы и лупы;*
- *Дальномеры;*
- *Геодезические приборы
(нивелиры, теодолиты и т.п.);*
- *Фото- и видеоаппаратура.*

Ниже мы подробнее рассмотрим некоторые из этих групп приборов, их принцип действия, технические характеристики, назначение, область применения и особенности эксплуатации.

ПОКАЗАТЕЛИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ДНЕВНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

1. Увеличение (кратность).

Характеристика показывающая, во сколько раз изображение видимое в прибор больше видимого невооруженным глазом. Как правило, численно указывается в названии прибора и стоит на первом месте. Для примера — 10х50, означает, что эта модель увеличивает изображение в 10 раз. Таким образом, объекты, удаленные на 1000 метров, будут видны как с расстояния 100 метров, то есть в 10 раз ближе. Хотя эта характеристика в первую очередь интересует большинство покупателей, она не определяет качество того, или иного прибора, и не должна быть единственным критерием при его выборе. Максимальная кратность самых распространенных дневных оптических приборов, биноклей, зрительных труб, прицелов, ограничена возможностями человеческого глаза, и лежит в пределах 0,2..0,75D, где D — диаметр входной линзы объектива.

2. Диаметр входной линзы.

Диаметр входной линзы объектива, ограниченный его оправой в миллиметрах. Как правило, присутствует в названии прибора, и стоит на втором месте. Например: 10х50, 50 — диаметр объектива в миллиметрах. Очень важная характеристика, влияющая на все основные параметры оптического прибора. Чем ее значение больше, тем больше света соберет и направит в оптическую систему объектив, точно так же, как через большое окно проходит больше света.

3. Диаметр выходного зрачка.

Характеристика, определяющая уровень яркости изображения создаваемого окуляром. Численно равняется значению диаметра входной линзы разделенного на увеличение. В нашем примере — 10х50: это $50\text{мм}/10=5\text{мм}$. Увидеть выходной зрачок можно, если направить объектив наблюдательного прибора на свет, и посмотреть на окуляр с расстояния 20..30 сантиметров. На темном фоне будет отчетливо заметен светлый кружок, диаметр которого соответствует приведенным выше вычислениям. Фактически, это отверстие, через которое мы смотрим, используя оптический прибор, чем оно больше, тем больше света он пропускает. На этот показатель обязательно необходимо обращать внимание при выборе таких оптических приборов, как бинокли и прицелы. Дело в том, что зрачок глаза имеет непостоянные размеры. При ярком свете он сужается до 2-3 мм, и приборы с таким же размером выходного зрачка пропускают достаточно света для комфортного наблюдения. При недостатке освещенности, зрачок глаза расширяется до значений 7-10мм, и в таких условиях выходной зрачок меньшего размера, чем зрачок глаза, становится искусственным препятствием, и света проходящего через такое отверстие явно не хватает, изображение становится темным, приходится напрягать зрение, глаза быстро устают. Поэтому при выборе наблюдательного прибора,

необходимо учитывать в каких условиях предполагается им пользоваться, и при прочих равных, предпочтение стоит отдать прибору с большим диаметром выходного зрачка.

4. Светосила (индекс яркости, относительная яркость).

Сравнительная характеристика, определяющая эффективность прибора при недостаточном освещении. Зависит от диаметра выходного зрачка, и численно равна его квадрату. Для примера сравним светосилу двух приборов: 7x50 и 10x50: Их диаметры выходного зрачка — $d_1=50/7=7,1$ мм, и $d_2=50/10=5$ мм. Соответственно светосила этих приборов равна: первого — $7,1 \times 7,1=50$, а второго — $5 \times 5=25$. Отсюда следует, что светосила первого прибора вдвое больше светосилы второго, и при одинаковом уровне освещенности, первый прибор будет пропускать вдвое больше света.

5. Поле зрения.

Это ширина панорамы, которую видно в оптический прибор. Может быть выражена в угловых величинах, как угол между лучами исходящими из глаза наблюдателя к крайним точкам видимой в прибор панорамы. Для некоторых оптических приборов выражается в линейных величинах, как ширина изображения видимой панорамы в метрах на расстоянии в 1000 метров. Поле зрения сужается при увеличении кратности прибора.

6. Разрешение.

Разрешение — это способность прибора различать две близкие точки или линии. Выражается угловой величиной, как наименьший угол между лучами, проведенными из центра зрачка наблюдателя к двум рядом расположенным и отдельно различимым точкам. Измеряется в угловых секундах. Чем эта величина меньше, тем лучше видно мелкие детали. Более понятна величина разрешения, измеряемая количественно в штрихах на миллиметр. Означает количество отдельно различимых штрихов на один миллиметр изображения, и чем эта величина больше, тем лучше видно мелкие детали.

7. Просветление оптики.

При прохождении света через поверхности оптических деталей происходит его частичное поглощение и отражение. При этом отражается до 10-15% падающего света. В оптических системах с большим числом линз и призм суммарные потери могут достигать 70% и более. Многократное отражение от преломляющих поверхностей вызывает появление внутри приборов рассеянного света, что ухудшает качество изображений, формируемых оптическими системами приборов. Эти нежелательные явления устраняются с помощью просветляющих покрытий, которые состоят из одного или нескольких слоев специальных оптически прозрачных веществ. Их толщины и показатели преломления подобраны таким образом, что бы световые волны, отраженные от передней и задней границы пленки, накладывались и взаимно гасили друг друга. Правильно подобранное многослойное просветление резко снижает отражение света от оптических поверхностей,

которое таким образом может быть уменьшено до 1%. Просветляющие покрытия получают методом вакуумного напыления в специальных установках с применением сложных технологических процессов. Чем качественнее просветляющее покрытие, тем больше света пропускает оптический элемент, и тем меньше он его отражает. Поэтому, сравнив отражение в объективах двух оптических приборов, можно сказать, что тот прибор отражение в котором будет менее ярким, пропускает больше света. Оттенок остаточного отражения большого значения не имеет, однако характеризует спектральный состав пропускаемого света и оттенок получаемого изображения. Например — просветление зеркально красного цвета частично отражает красную и желтую полосу спектра и хорошо пропускает голубой, синий и фиолетовый свет, которые хуже фокусируются на сетчатке человеческого глаза. Изображение в результате имеет зеленый или голубой оттенок, и при внешней привлекательности линз красного цвета, такое просветление все же следует считать менее предпочтительным. Традиционное просветление голубоватого оттенка придает изображению некоторую желтизну, однако хорошо пропускает более «теплую» полосу спектра: красную, желтую, зеленую, которые хорошо воспринимаются человеческим глазом. Наиболее естественную картину можно наблюдать с помощью оптики имеющей многослойное просветление зеленоватого оттенка.

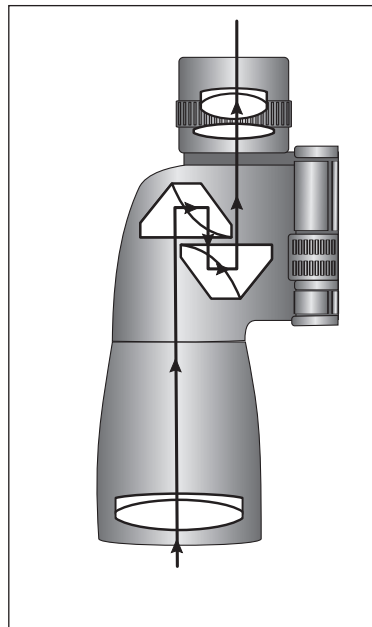


схема 4.
Бинокль с Porro-призмой.

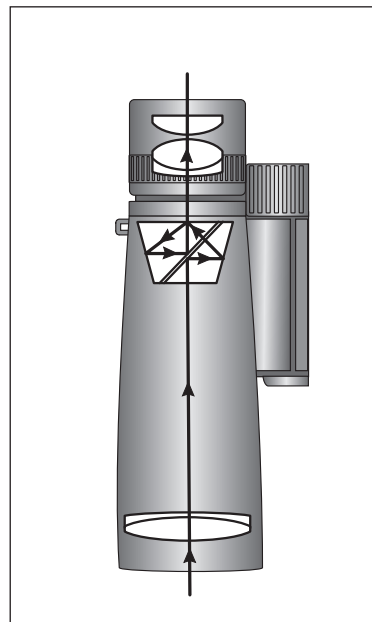


схема 5.
Бинокль с Roof-призмой.

Бинокли:

КЛАССИФИКАЦИЯ, ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ, ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОНКРЕТНЫХ ПРИБОРОВ ПО КЛАССАМ

Бинокли являются наиболее популярными дневными наблюдательными приборами. Позволяют наблюдать за удаленными объектами, используя оба глаза. Из-за стереоскопического эффекта существенно повышается удобство и информативность наблюдения и снижается утомляемость глаз по сравнению с наблюдением одним глазом, например в зрительную трубу. В настоящее время на рынке представлено огромное количество биноклей отличающихся по конструкции, техническим характеристикам и назначению.

Исходя из конструкции, бинокли можно разделить по нескольким особенностям:

1. По типу оборачивающей системы:

Призменные — наиболее распространенные. Перевернутое изображение создаваемое объективом попадает на систему линз, где, отразившись несколько раз от их граней, становится прямым и попадает в окуляр, а длина прибора при этом значительно снижается. В биноклях используются два типа призм: Porro-призмы, и Roof-призмы.

Porro-призмы (схема 4) — это стандартная система призм в которую входят две прямоугольные призмы (с основанием под 45°), наполовину перекрывающие друг друга, и ориентированные навстречу прямоугольными гранями. У таких биноклей простая классическая конструкция, окуляр и объектив находятся не на одной прямой, а разнесены в стороны, как бы ступенькой.

Roof-призмы (призмы с «крышей») (схема 5) — более сложная система, в которой обе призмы целиком перекрывают друг друга, а окуляр и объектив лежат строго на одной прямой. Бинокли с такой системой имеют компактную прямолинейную конструкцию меньших габаритов и веса, чем аналогичные бинокли с Porro-призмой, и выглядят как две скрепленные между собой трубы.

Зеркальные. В качестве оборачивающей системы используется система зеркал. Использование зеркал позволяет получить приборы с большим увеличением при сравнительно небольших габаритах, весе, и сохранении высоких оптических характеристик. К преимуществам зеркальных систем следует отнести тот факт, что оптические свойства зеркал не зависят от длины волны падающего света. То есть зеркала не вносят искажений связанных с расслоением видимого света на спектральные составляющие, как это происходит при прохождении света через линзы и призмы (т.н. «хроматические аберрации»). К недостаткам зеркальных систем следует отнести более высокие светопотери по сравнению с призмами.

Галилеевские. Представляют собой простейшую схему телескопической системы, состоящую из положительного объектива и отрицательного

окуляра, расположенного перед задним фокусом объектива. Такая схема используется в моделях с небольшим увеличением 3-5 крат (т.н. театраль-ных биноклях)

2. По способу фокусировки.

Центральная фокусировка. Между двумя оптическими каналами бинокля находится так называемый «центральный винт», при вращении которого синхронно перемещаются оба окуляра, обеспечивая, таким образом, фокусировку для обоих глаз. Кроме того, один из окуляров (как правило, правый), имеет собственный механизм фокусировки, обеспечивающий диоптрийную разницу $\pm 3-4$ диоптрии с неподвижным окуляром. Порядок настройки таких биноклей следующий: Один глаз смотрит в неподвижный окуляр, второй глаз — закрыт. Вращая центральный винт добиться резкого изображения. Потом открыть второй глаз, закрыв первый, и, не трогая центральный винт, вращая кольцо диоптрийной настройки подвижного окуляра настроить его на резкость. Затем посмотреть в бинокль двумя глазами и убедиться, что изображение в обоих окулярах одинаково резкое. Если заметна разница, процедуру настройки следует повторить. В дальнейшем, при настройке на различные дистанции наблюдения пользоваться только центральным винтом.

Раздельная фокусировка. Отсутствует центральный винт. Каждый из окуляров имеет собственный механизм фокусировки. Способ настройки таких биноклей простой: попеременно закрывая и открывая то один, то другой глаз, вращать кольца диоптрийной настройки и добиться резкого изображения в обоих окулярах. Неудобство таких биноклей в том, что, наблюдая объекты на различных дистанциях, процедуру настройки придется постоянно повторять.

3. По техническому назначению.

Технические характеристики биноклей, такие как увеличение и диаметр входной линзы, а соответственно и производные от них — диаметр выходного зрачка, светосила, ширина поля зрения, а так же габариты и вес, определяют назначение биноклей и особенности их применения.

Театральные. Как понятно из названия, предназначены для наблюдения на небольшие дистанции 10-50 м, в театрах, концертных залах, на стадионах. Большое увеличение при этом не нужно и обычно лежит в пределах 2,5-5 крат. Гораздо важнее другие характеристики, такие как широкое поле зрения, что бы наблюдать одновременно всю картину происходящего действия, а не отдельные его фрагменты. Так как наблюдение в закрытых помещениях часто происходит при приглушенном или вовсе выключенном освещении, для комфорта и меньшей утомляемости глаз особенно важна светосила таких биноклей. Имея небольшую кратность, они имеют относительно большой диаметр объектива, позволяющий достичь диаметра выходного зрачка 7-10мм, что обеспечивает высокое качество изображения и минимальный вес и габариты. Само собой разумеется, такие бинокли должны иметь качественную отделку и эстетичный внешний вид.

Компактные. Имеют достаточно большую кратность, и при этом небольшой диаметр входной линзы объектива, например — 7x18, 8x21,

10х25, 12х25, 16х30, и, соответственно малый диаметр выходного зрачка и светосилу. Главные достоинства этих биноклей — небольшие размеры и вес, при большом увеличении. Назначение этих биноклей — периодические кратковременные наблюдения при яркой солнечной погоде. Такой бинокль можно без проблем носить с собой целый день, на всякий случай, и может даже ни разу им не воспользоваться. Очень удобно брать с собой на пляж.

Полевые. Самый распространенный тип биноклей. Для наблюдения с рук наиболее удобны модели с кратностью от 7 до 12, при кратностях 15-20, желательно иметь упор для рук, или ставить бинокль на штатив. Диаметр входной линзы объектива 30...50мм, обеспечивает хорошую светосилу — диаметр выходного зрачка 4...7мм.

Если предполагается продолжительное время носить бинокль с собой (например, охотникам, туристам) можно рекомендовать бинокли полегче и покомпактнее — 7х35, 8х30, 8х40, 8х42, 10х40.

Бинокли с линзами 50мм (10х50, 12х50) считаются наиболее универсальными и могут использоваться для самых разных целей: охота, рыбалка, туризм, наблюдение за птицами, дикими животными, спортивными соревнованиями. Они имеют большие габариты и вес, и их не так удобно носить с собой, но зато они имеют достаточно большое увеличение и хорошую светосилу.

Для частого и продолжительного наблюдения, в том числе в условиях плохой видимости (туман, низкая облачность, сумерки) — необходимы так называемые «особо светосильные» модели 7х50, 8х56. Иногда их не совсем верно называют «ночными», на самом деле ночью в них ничего не видно, можно смотреть только на светящиеся и освещенные объекты — фонари, окна, Луну, звезды. Хотя в сумерках такой светосильный бинокль позволяет какое-то время (до наступления темноты) видеть лучше, чем невооруженным глазом.

При необходимости вести наблюдение на очень дальние дистанции с большим увеличением, подойдут модели 15х50, 16х50, 20х50, 30х50. Светосила этих биноклей существенно ниже, чем, например, у моделей 8х40, 10х50, изображение темноватое, особенно при низкой освещенности, с рук смотреть трудно, сказывается дыхание, естественное дрожание мышц, и даже пульс, лучше использовать упор для рук или штатив. Комфортность наблюдения в данном случае приносится в жертву высокой кратности бинокля. Такие бинокли часто используют для наблюдения в горных условиях — на больших открытых пространствах, при хорошей освещенности. Поле зрения, у этих биноклей, так же значительно уже.

Так называемые особо мощные бинокли с диаметром объектива больше 50мм — 20х60, 25х70, 26х70. Их можно использовать для астрономических наблюдений, в полевых условиях — связистам, геодезистам, топографам, энергетикам. Имеют весьма значительные габариты, вес 2...3кг, и возможность установки на штатив. Стоимость таких биноклей так же значительно выше.

Особняком стоят так называемые «панкратические» бинокли — с переменным увеличением, например 7-15х35, 8-20х50. Возле одного из окуляров, и очень редко возле центрального винта, имеется рукоятка ме-

ханизма изменения кратности. Привлекательно, конечно, иметь в одном приборе различные возможности — большую светосилу в одном случае, и большое увеличение в другом. Однако, не смотря на очевидную популярность таких моделей, производители серьезной дорогой оптики либо вовсе не уделяют им внимания, либо уделяют очень мало. Дело в том, что бинокль — это очень сложный прибор, и наличие в его конструкции дополнительных движущихся частей не способствует его надежности и точности. В любом механизме существует небольшая люфт, а значит и неизбежно будет разница в увеличении между двумя частями бинокля, особенно это будет заметно при больших увеличениях. Минимизация этих погрешностей сложная и дорогая задача, поэтому очень аккуратно следует подходить к выбору таких биноклей, особенно недорогих моделей не слишком известных производителей. Такие бинокли стоит рассматривать, скорее, как дорогую игрушку, и для серьезных задач они не годятся.

Широкоугольные бинокли — с углом поля зрения больше 6,5 градусов. Ширина поля зрения таких биноклей на 20-30% процентов больше чем у обычных. Это достигается конструкцией окуляра, и почти не зависит от диаметра объектива бинокля. Достичь широкого поля зрения с минимальными искажениями по краям — сложная конструкторская задача, поэтому и стоимость таких биноклей выше. В некоторых условиях ширина поля зрения может оказаться решающей при выборе бинокля, например при патрулировании, наблюдении за быстро движущимися объектами. В названии отечественных широкоугольных биноклей присутствует буква «Ш», например — БПШЦ, у импортных моделей — обычно буква W или WA, или отражено в инструкции.

Герметичные, водозащищенные, азотонаполненные. Эти характеристики позволяют использовать бинокли в тяжелых условиях вне помещений. «Водозащищенные», с пометкой WP (waterproof) или «всепогодные» бинокли имеют дополнительные кольцевые уплотнители, защищающие их внутреннюю полость от несильного дождя, снега, пыли. Такие бинокли можно брать в походы и путешествия, с меньшим риском их испортить по сравнению с обычными биноклями. Однако в воду такие бинокли лучше не ронять. Для таких условий существуют абсолютно герметичные бинокли, которые не боятся погружения в воду на глубины 1...1,5 метра на 5...10 минут. Такие бинокли незаменимы для вождения катеров, яхт, водного туризма, весьма полезны для охотников и рыболовов. Стоят такие модели значительно дороже, их внутренние полости, как правило, заполнены сухим азотом для предотвращения запотевания линз бинокля изнутри при резких перепадах температуры. Негерметичные бинокли, прежде чем пользоваться ими при низких температурах, необходимо выдерживать некоторое количество времени, не доставая из футляра, пока они не охладятся до окружающей температуры. В противном случае, на внутренних поверхностях линз могут выступить капли росы, от которых потом трудно избавиться.

Дальномерная сетка, компас и т.д. Обычно бинокли с такими функциями предназначены для решения определенных, довольно узких задач, и редко встречаются в гражданских приборах. С помощью дальномерной сетки можно, зная размеры объекта, приблизительно определить рассто-

яние до него, используя таблицы или формулы, приведенные в инструкции к биноклю. Эта функция может оказаться полезной для охотников или в профессиональной деятельности, связанной с полевыми работами. С помощью встроенного компаса можно ориентироваться на местности. Однако, приобретая бинокль, покупателю стоит задуматься, нужны ли ему эти функции и будет ли он ими регулярно пользоваться, так как постоянно находящаяся перед глазами дальномерная сетка и особенно мелькающая шкала компаса способны существенно мешать самому процессу наблюдения.

Материал корпуса, обрезинивание. Материал корпуса бинокля должен обеспечивать его ударную прочность и малый вес для удобства пользования. Наиболее часто используются сплавы легких металлов — алюминия и магния, а так же конструкционные пластики. В дорогих моделях биноклей встречаются корпуса, выполненные из стекловолокна с поликарбонатной смолой, обеспечивающие высокую прочность и минимальный вес. Каждый производитель сам выбирает материал для корпуса биноклей. Неправильный выбор и попытка сэкономить могут стать причиной невысокой надежности и преждевременному выходу прибора из строя. Корпуса многих биноклей делают с резиновым покрытием, что повышает их эргономические показатели: такие бинокли приятнее держать в руках, особенно в холодную погоду, они меньше скользят, и меньше риска их случайно выронить, кроме того, резина выполняет некоторые противударные функции. Качественные сорта резины позволяют сделать внешний вид биноклей более эстетичным и привлекательным.

ЗРИТЕЛЬНЫЕ ТРУБЫ: КЛАССИФИКАЦИЯ, ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ, ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОНКРЕТНЫХ ПРИБОРОВ ПО КЛАССАМ

В отличие от биноклей, наблюдение в зрительные трубы ведется одним глазом, что конечно не так удобно, но и назначение зрительных труб несколько иное. Наблюдение в бинокли ведется в основном «с рук», в то время как большинство зрительных труб, кроме компактных «карманных» моделей с небольшой кратностью, имеют крепление на штатив. Среди зрительных труб редко можно встретить модели с большим диаметром выходного зрачка и большой светосилой, у большинства приборов эти показатели минимизированы, и на первый план выходит такая характеристика как высокая кратность. Если для биноклей кратность 20-30 считается слишком высокой, то зрительные трубы имеют кратность и 30, и 50,

60 и даже 100, что вплотную приближается к кратности небольших телескопов. Таким образом, нетрудно представить себе основное назначение зрительных труб — это наблюдение за сильно удаленными или малоразмерными объектами с максимально возможным увеличением. Например — наблюдение за мишенями в тире. Бинобль для этого мало подходит. Он дает хорошую панораму, комфортную картинку, удобную для наблюдения в течение длительного времени, но, рассмотреть в какую точку попала пуля трудно, в то время как одного взгляда в мощную трубу установленную на штатив бывает достаточно, что бы получить полную информацию. Поэтому, часто задаваемый вопрос, что лучше, бинобль или зрительная труба, на самом деле не корректен, каждый прибор имеет свое назначение, и может быть незаменимым при определенных обстоятельствах.

Большинство зрительных труб построены по классической телескопической схеме с объективом, окуляром и линзовой оборачивающей системой. Их легко можно узнать по прямолинейной конструкции и большой длине. И чем мощнее такая труба, чем больше ее увеличение и диаметр объектива, тем она длиннее. Чтобы эти трубы были удобнее при транспортировке, их делают раздвижными. Хотя классические раздвижные трубы имеют лучшие характеристики, в последние годы заметно больше становится нераздвижных труб, использующих для достижения компактности зеркальные или призмные оборачивающие системы. Зрительные трубы можно разделить на несколько категорий:

1. Компактные модели с небольшим, 8-20 крат, увеличением, и небольшим 20-30мм диаметром объектива. Небольшого веса и габаритов, предназначены для наблюдения «с рук», и не имеют гнезда для крепления на штатив. Иногда имеют раздвижную конструкцию. Предназначены для самого широкого круга пользователей, которые хотят получить компактный прибор наблюдения при минимальных затратах. Нередко встречаются модели в сувенирном исполнении с улучшенным дизайном.

2. Монокюляры. Различия между монокюлярами и малогабаритными зрительными трубами достаточно условны. К монокюлярам обычно относят наблюдательные приборы с призмной оборачивающей системой на основе Porro или Roof-призм, и увеличением не более 20*. Они фактически представляют собой «половинки» от соответствующих полевых биноклей, имеют те же технические характеристики и при этом более чем в два раза компактнее и легче. Монокюляры обычно применяют, когда необходима минимальная масса прибора при достаточном увеличении и высоком качестве изображения, и при этом допустимо некоторое снижение удобства наблюдения по сравнению с соответствующим биноклем. Поэтому монокюляры пользуются успехом, например, у альпинистов. Кроме того, они значительно дешевле биноклей.

3. Зрительные трубы средней мощности. Имеют диаметр объектива 40...50мм, и увеличение 20...50 крат. Наиболее простые модели имеют классическую раздвижную конструкцию и фиксированную кратность, обычно 20...30 крат, позволяющую производить наблюдение, как с рук, так и с установкой на штатив. Более сложную конструкцию имеют нераздвижные модели с зеркально-линзовой, или призмной оборачивающей системой, позволяющей значительно снизить линейные размеры прибора в

рабочем состоянии. Некоторые зрительные трубы имеют панкратический механизм, позволяющий менять кратность трубы в широком диапазоне, например: 8-24, 16-32, 20-50. Нужно заметить, что механизм изменения кратности в зрительных трубах работает вполне корректно, ибо исключена разбалансировка в увеличениях между двумя оптическими каналами, как в биноклях. Такие трубы удобны для использования, как в полевых условиях (охота, рыбалка, наблюдение за птицами и дикими животными, поисковые и спасательные работы, охрана), так и в тирах, для наблюдения за спортивными состязаниями, в городских условиях.

4. Мощные и особо мощные зрительные трубы. Имеют значительные габариты и вес, обладают большим увеличением, и диаметром объектива 60...100мм. Для большей универсальности очень часто имеют механизм изменения кратности. Иногда кратность меняется плавно, с возможностью принимать любое значение из диапазона изменения, иногда – ступенчато, принимая два, или более фиксированных значения. Практически всегда используются с установкой на штатив, и нередко продаются с ним в комплекте. Для удобства наблюдений при перепадах высот, например в горах, или при астрономических наблюдениях, некоторые модели имеют окуляр, наклоненный относительно оптической оси прибора на 45°, который вращается вокруг нее на 360°, принимая любое удобное положение. Такие приборы предназначены для стационарного наблюдения сильно удаленных объектов на открытой местности, любителям дикой природы, для наблюдения, в том числе и профессионального в городских условиях, а так же для любителей астрономии. В некоторых моделях предусмотрена возможность фотографирования или видеосъемки через зрительную трубу, при использовании специальных адаптеров.

ДНЕВНЫЕ ПРИЦЕЛЫ: КЛАССИФИКАЦИЯ, ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ, ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОНКРЕТНЫХ ПРИБОРОВ ПО КЛАССАМ

Дневной оптический прицел представляет собой телескопическую систему, наподобие зрительной трубы, закрепленную на оружии, в одной или нескольких плоскостях изображений которой нанесены специальные метки (сетка) предназначенные для наведения оружия на цель. Основные элементы, входящие в состав оптического прицела (схема б):

1. Объектив — содержит две или более линзы и обеспечивает построение действительного изображения цели. Чем больше диаметр объектива, тем больше он собирает света и обеспечивает большую светосилу прицела.

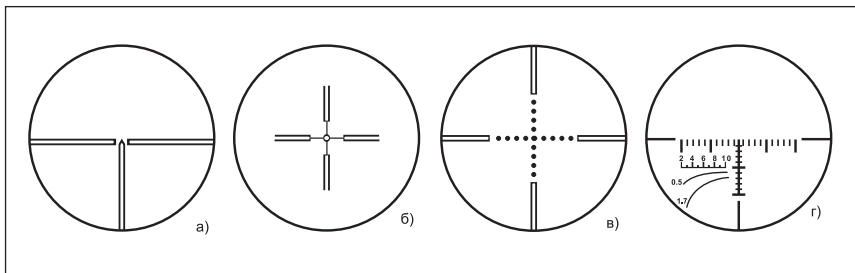


схема 7. Прицельные сетки: а) «Три пенька» б) «Дуплекс» в) «MillDot» г) с дальномерной шкалой

2. Оборачивающая система — обычно линзовая, служит для превращения перевернутого изображения, создаваемого объективом в прямое.

3. Прицельная сетка. Предназначена для наведения прицела на цель. В самом простом случае может быть выполнена из перекрещивающихся проволочек натянутых внутри втулки. Обычно рисунок прицельной сетки наносится на стеклянную пластину, и может иметь различную конфигурацию (схема 7). Кроме перекрестья некоторые сетки имеют дальномерную шкалу, позволяющую при известных размерах цели рассчитать расстояние до нее. Располагается прицельная сетка в одной из фокальных плоскостей объектива или окуляра, и поэтому изображение цели и прицельная сетка лежат в одной плоскости и видны одинаково резко. В этом и состоит основное преимущество оптического прицела перед обычным, механическим — не нужно постоянно перефокусировать глаз, что бы совместить на одной линии цель, мушку и прорезь прицела.

4. Окуляр — представляет собой многолинзовую конструкцию и предназначен для рассматривания увеличенного прямого изображения цели и прицельной сетки. Выходной зрачок окуляров прицелов имеет удаление 50...70мм, то есть что бы наблюдать все поле зрения прицела без зате-

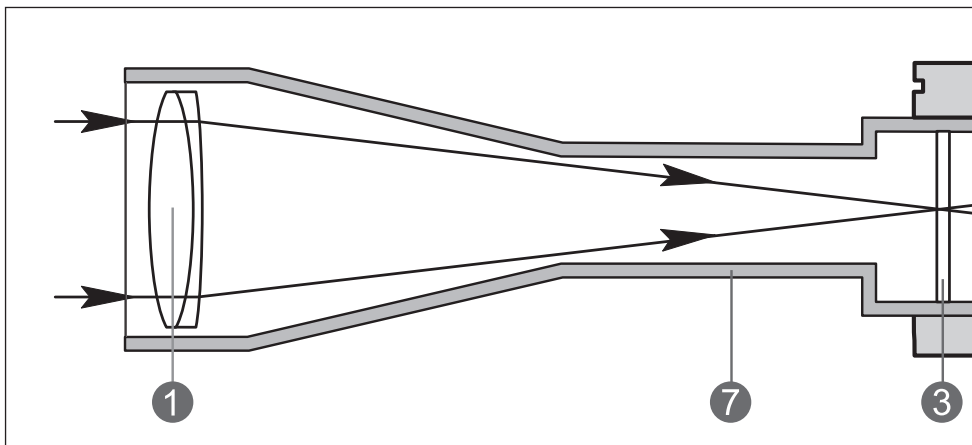
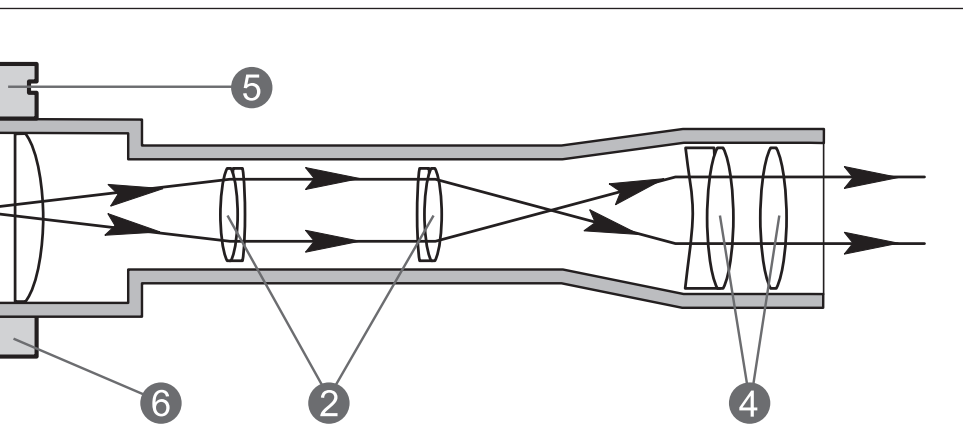


схема 6. Схема оптического прицела.

нения, смотреть в окуляр надо с некоторого расстояния. Это сделано для того, что бы отдачей при выстреле стрелок не повредил себе глаз. Чтобы зафиксировать положение глаза в зоне полной видимости прицела, на окуляр часто надевают резиновый наглазник. Окулярные прицелы имеют кольцо диоптрийной настройки, позволяющее подстроить резкое изображение цели и прицельной сетки под зрение стрелка.

5. Механизм ввода вертикальных и горизонтальных поправок.

Перемещает прицельную сетку по плоскости изображения цели, и предназначен для совмещения центра прицельной сетки с точкой попадания пули после выстрела при пристрелке оружия, а так же служит для ввода необходимых поправок: ввиду того, что пуля после выстрела летит не по прямой, а по параболе, постоянно падая под действием силы тяжести, перемещение сетки по вертикали позволяет перестраивать прицел для стрельбы по целям на различных дистанциях. При перемещении прицельной сетки вниз, ствол оружия приподнимается, и пуля летит по более высокой траектории, и наоборот. Перемещение прицельной сетки по горизонтали позволяет учитывать при стрельбе сильный боковой ветер, а так же стрелять с опережением по движущейся цели. Работа механизма ввода поправок осуществляется вращением двух маховиков расположенных сверху и сбоку на корпусе прицела. На барабанах маховиков, как правило, нанесена шкала, и их вращение происходит с фиксирующими щелчками. Это позволяет точно определить параметры регулировки и, если необходимо, вернуть настройки прицела в первоначальное положение. Вращение маховика на один щелчок приводит к смещению прицельной сетки на определенный угол, а соответственно к сдвигу точки прицеливания. Величина этого угла должна указываться в технических характеристиках прицела. Для справки — перемещение прицельной сетки на одну угловую минуту ($1'$) приводит к сдвигу точки прицеливания на один дюйм (25,4мм) на расстоянии 100 ярдов (91м). В некоторых прицелах перемещение прицельной сетки происходит одновременно с поворотом оборачивающей



системы. В таких прицелах сетка всегда остается в центре поля зрения, а перемещается как бы изображение цели.

6. Узел подсветки прицельной сетки. Тонкие прицельные сетки иногда могут быть плохо видны, например, в сумерках или на фоне растительности. Для этого в некоторых прицелах предусмотрено устройство подсветки сетки. Подсвечиваться может весь рисунок сетки или только его центральная часть, иногда даже просто точка в перекрестье сетки. Источником света обычно служат светодиоды, потребляющие мало энергии, миниатюрные лампы накаливания сейчас почти не встречаются. Предпочтительнее прицелы, в которых есть регулировка яркости подсветки, так как при низкой освещенности слишком ярко подсвеченная сетка может мешать наблюдению цели. Обычно для подсветки используются светодиоды красного цвета. Некоторые модели прицелов имеют двойную подсветку сетки, чаще всего красную и зеленую, что особенно удобно в глубокие сумерки. Обычно узел подсветки совмещен с узлом ввода поправок.

7. Корпус прицела. Изготавливается из высокопрочных легких сплавов и объединяет все узлы прицела в единую конструкцию, которая должна обеспечивать высокую стойкость систем и механизмов прицела к ударным нагрузкам при стрельбе.

Увеличение.

Оптические прицелы можно разделить на две большие группы: с постоянной и переменной кратностью (панкратические). Первые отличаются большой светосилой и дают более чёткое изображение. У них нет подвижных элементов (за исключением прицельной сетки) и в них используется меньше линз, которые, как бы не были совершенны, всё же поглощают свет. Такие прицелы предпочтительнее, если точно известно в каких условиях и на какие расстояния они будут использоваться. Вторые темнее, но являются более универсальными и позволяют отдалять или приближать цель с соответствующим изменением поля зрения, угол которого обратно пропорционален кратности: чем больше кратность, тем меньше поле зрения. Для прицелов с переменной кратностью, у которых прицельная сетка находится в фокальной плоскости объектива, с ростом увеличения укрупняются видимые размеры цели и сетки. Для прицелов с сеткой, расположенной в фокальной плоскости окуляра, видимые размеры сетки (толщины штрихов) остаются неизменными при изменении увеличения.

Выбор кратности прицела зависит от того, для каких целей, и в каких условиях предполагается его использование: будет ли это спортивная стрельба по мишеням в тире, или охота, и какая ее разновидность. Для стрельбы на небольших дистанциях, лучше использовать прицелы с небольшой кратностью (1, 1...4-6 крат), легкие, небольших размеров, позволяющие вести уверенную стрельбу уперев оружие в плечо, без дополнительного упора, как по неподвижным, так и по движущимся целям, в малые промежутки времени, быстро иногда навскидку, из неустойчивых положений и неподготовленных позиций. Такие прицелы полезны для динамичных, ходовых охот, включающих поиск, выслеживание и скрадывание дичи, а так же при загонных охотах или всевозможных облавах. Прицелы с кратностью больше 6* предназначены для стрельбы с подготовленных

позиций на большом, но приблизительно известном расстоянии, не спеша, хорошо выцеливая, например при неподвижных или малоподвижных видах охоты предполагающих подкарауливание зверей на местах кормления, у водопоев, почти всегда в сумерках или в лунную ночь, когда дикие животные особенно активны. Такие прицелы должны иметь большую светосилу, высокое сумеречное число, большую контрастность изображения, высокий коэффициент пропускания света через оптическую систему, подставку прицельной марки, качественную оптику и точную работу механизмов регулировки. При охоте в горах, где зверь редко подпускает к себе охотника на расстояние меньше 1 км, нужны прицелы с кратностью не менее 10-12. Однако необходимо заметить, что прицелы с большой кратностью сильно зависят от метеорологических условий. В солнечные дни, ввиду непрямолинейного распространения света в атмосфере из-за поднимающегося от земли тепла и возникающих при этом перепадов температур и плотностей воздуха невозможно прицелиться со 100% точностью в прицел с кратностью больше 4*.

Общим недостатком всех телескопических прицелов является малое поле зрения, что снижает эффективность поиска цели на больших дистанциях, а так же стрельбу по движущимся целям. Во многом от этого недостатка избавлены панкратические прицелы, на которых можно установить кратность 1,1...1,5, что позволяет вести стрельбу с двумя открытыми глазами. Особенно эффективны такие прицелы при стрельбе по движущейся цели, например в лесу, позволяя выбрать оптимальный момент для выстрела, когда цель окажется на открытом пространстве, что ставит их в этом компоненте в один ряд с коллиматорными прицелами.

Параллакс.

Параллаксом в прицелах называют несовпадение плоскости изображения цели, сформированного объективом с плоскостью изображения цели. Заметить параллакс нетрудно: при смещении глаза перпендикулярно оси прицела изображение цели движется в большинстве случаев в ту же сторону относительно центра сетки и как бы «съезжает» с прицельной точки, из-за этого трудно найти и удерживать глаз в нужном положении на линии, соединяющей прицельную метку и точку на цели. Обычно прицел изготавливается таким образом, что изображение цели удаленной на определенное расстояние проецируется объективом в плоскость, где расположена прицельная сетка. На этой дистанции параллакс отсутствует, что позволяет осуществить точный выстрел. Для устранения параллакса в более высококлассных прицелах имеется механизм фокусировки объектива, позволяющий поместить изображение, даваемое объективом в заданную плоскость — плоскость прицельной сетки. Обычно в прицелах перемещают или весь объектив или его внутренний компонент, расположенный вблизи сетки. На оправе объектива наносится шкала, обозначающая дистанцию фокусировки в метрах. Перемещение объектива на нужное деление (дистанцию стрельбы) устраняет параллакс.

Крепления.

По способу крепления на оружии все прицелы можно разделить на специализированные и универсальные. Корпуса специализированных прицелов конструктивно имеют крепежные элементы для установки на конкретные виды оружия. Универсальные прицелы закрепляются на любом оружии с помощью специальных крепежных приспособлений – кронштейнов. Корпуса универсальных прицелов имеют в центральной части стандартный посадочный диаметр, как правило — 1 дюйм (25,4 мм), реже встречаются прицелы с посадочным диаметром 30 мм. Посадочный диаметр зависит от оптических характеристик прицела и обусловлен диаметром линз оборачивающей системы. Основное требование к крепежным элементам, это точность их изготовления обеспечивающая параллельность оптической оси прицела каналу ствола оружия, а так же прочность и надежность закрепления прицела на оружии, отсутствие деформаций и стойкость к ударным нагрузкам. Поэтому лучшие кронштейны — стальные с большой опорной поверхностью. Кронштейны из легких сплавов в любом случае хуже и могут использоваться для легких прицелов на оружии небольших калибров с несильной отдачей при выстреле.

Имеются два основных способа крепления прицелов:

- **Боковое.** Исключительно отечественный способ. Кронштейн устанавливается на планку типа «ласточкин хвост» закрепленную сбоку на ствольной коробке оружия. Такой способ характерен для охотничьего оружия выполненного на базе автомата Калашникова («Сайга», «Тигр»), карабин «Вепрь» и др.

- **Верхнее.** Вертикальная установка на планку типа «ласточкин хвост» (отечественные карабины «Лось», «Барс»), или weaver, blazer и др. — на импортных моделях оружия, расположенные в верхней части оружия.

Планка «ласточкин хвост» в поперечном сечении при продолжении сторон направляющих граней имеет форму треугольника и имеет ширину 9...12мм.

Планка «weaver», стандарта 63 В (США) в поперечном сечении при продолжении сторон направляющих граней имеет форму ромба, и имеют поперечные пазы, через которые проходят крепежные винты препятствующие продольному сдвигу кронштейна при выстреле.

Общей рекомендацией при выборе прицела может служить следующий принцип: прицел должен соответствовать качеству и характеристикам оружия, на которое он будет установлен. Нет смысла ставить очень дорогую и высококачественную оптику на малокалиберное или даже полув автоматическое оружие. Точно так же, как и дешёвые прицелы на высокоточном оружии сводят на нет его высокие баллистические характеристики. Прицел необходимо выбирать на основании предъявляемых к нему индивидуальных требований, с учётом калибра и типа оружия, для которого он предназначен. Хороший оптический прицел должен иметь следующие свойства:

- Повышенный коэффициент пропускания света в синем диапазоне спектра волн.
- Высокая различимость цели на фоне местности, хорошая рез-

кость и контрастность картинки.

- Натуральная цветопередача по всему полю изображения.
- Большое поле зрения.
- Большое удаление выходного зрачка.
- Высокая герметизация корпуса, исключая проникновение пыли и влаги.
- Заполнение полости прицела азотом и защита внутренних поверхностей линз от запотевания.
- Высокая стойкость систем и механизмов прицела к ударным нагрузкам при стрельбе.
- Высокая точность установки линз, прицельных сеток, их юстировка, настройка механических элементов (резьбовых соединений, пружинных систем и пр.) и элементов управления.

Телескопы

Телескопы предназначены для наблюдения удаленных объектов ночного неба. Основные характеристики телескопов: диаметр объектива и увеличение. Чем больше диаметр объектива, тем больше света он соберет, и тем более слабые объекты станут в него видны. Увеличение определяет, насколько мелкие детали удастся разглядеть на поверхности планет, Солнца, Луны. В силу волновых свойств света, разрешающая способность телескопа, а значит и максимально возможное увеличение определяется диаметром его объектива. Чем больше объектив, тем большее увеличение он может дать. При увеличении численно равном диаметру объектива в миллиметрах достигается максимальная разрешающая способность, поэтому такое увеличение называют разрешающим. Дальнейший рост увеличения не добавляет новых деталей, а только ухудшает качество изображения. С ростом диаметра объектива растет и количество собранного им света, однако, излишний свет, рассеиваясь на оптических поверхностях, образует многочисленные блики и ореолы, которые портят изображение и не дают рассмотреть близко расположенные объекты. Поэтому с ростом диаметра объектива телескопа, растут и требования к качеству оптики.

Все существующие телескопы по конструкции можно разделить на две большие группы: **зеркальные (рефлекторы)** и **линзовые (рефракторы)**.

Наиболее распространены зеркальные телескопы, построенные по оптической схеме Ньютона, имеющие простую конструкцию и невысокую стоимость. Они представляют собой трубу, открытую с одного конца, в другом конце которой расположено вогнутое зеркало, служащее объективом. Сама труба исполняет роль бленды, пропуская параллельные пучки света идущие от объекта наблюдения, а ее внутренние стенки имеют чер-

ную матовую поверхность, поглощая остальной свет. Параллельный пучок лучей падает на главное зеркало и, отразившись от него, в диагональном зеркале преломляется под углом 90 градусов и проектируется в фокальную плоскость окуляра. Увеличение телескопа может изменяться за счет наличия в комплекте набора сменных окуляров. Зеркальные телескопы имеют ряд недостатков:

1. С ростом диаметра зеркала быстро растет длина их трубы, отчего они становятся трудно транспортабельными.

2. Искажения, вносимые диагональным зеркалом и крепящими его растяжками, портят изображение и ухудшают разрешающую способность телескопа, а так же экранируют часть светового потока.

3. Поле зрения сильно ограничивается длиной трубы.

4. В открытую часть трубы попадает пыль, а так же возникают потоки воздуха, затрудняющие наблюдения при больших увеличениях.

5. При чистке зеркала необходимо его снимать, нарушая тем самым его юстировку, и телескоп приходится периодически юстировать.

Линзовые телескопы (рефракторы) более дорогие, однако имеют ряд преимуществ перед зеркальными. Они представляют собой закрытую трубу с линзой-объективом на входе, в которую не попадает пыль и посторонние частицы, не возникают потоки воздуха, отсутствует центральное экранирование, что значительно повышает разрешающую способность, имеют малое рассеивание света. Рефракторы не нуждаются в постоянной юстировке, однако они так же имеют значительную длину.

В комплект всех телескопов входит штатив, позволяющий установить прибор в любом удобном месте. Для удобства наведения телескопов на интересующий объект они, как правило, имеют оптический видоискатель. В простейшем случае это две рамки, закрепленные на корпусе так, что ось, проходящая через центры их отверстий параллельна оптической оси телескопа. Иногда видоискателем служит светосильная зрительная труба с увеличением до 8 крат. Наиболее сложные модели телескопов имеют автоматический привод, позволяющий отслеживать объекты вслед за их перемещением по ночному небу. Для наблюдения за Солнцем обязательно необходимо использовать специальные светофильтры, входящие в комплект телескопа.



НОЧНЫЕ ПРИБОРЫ

НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИБОРОВ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ

Приборы ночного видения (ПНВ) предназначены для наблюдения за объектами ночью или в сумерках, когда для глаза человека просто недостаточно яркости предметов. ПНВ можно использовать также в закрытых помещениях, подвалах зданий, если нет возможности или нецелесообразно использовать открытые яркие источники света (фонари, прожектора).

Существуют два основных способа классификации ПНВ: по функциональному назначению и по поколению электронно-оптического преобразователя (ЭОП), установленного в ПНВ.

Классификация ПНВ по функциональному назначению

- **Монокюляры ночного видения** — предназначены для наблюдения одним глазом с увеличением от одного до нескольких крат.

- **Бинокли ночного видения** — предназначены для наблюдения двумя глазами с увеличением от одного до нескольких крат.

- **Очки ночного видения** — предназначены для наблюдения двумя глазами без увеличения (увеличение один крат).

- **Ночные прицелы** — ПНВ, закрепляемые на стрелковом оружии и предназначенные как для наблюдения так и для ведения прицельной стрельбы.

- **Псевдобинокуляры** — ПНВ с одним объективом и двумя окулярами предназначены для наблюдения двумя глазами с увеличением от одного до нескольких крат. Помимо комфорта при наблюдении яркость наблюдаемых в ПНВ объектов больше за счет наблюдения двумя глазами, так как в имеет место суммирование электрических сигналов от каждого глаза в зрительном центре человеческого мозга.

Классификация ПНВ по типу (поколению) установленного в нем ЭОП.

По принятой в мире терминологии наиболее массово используемые ЭОП классифицируются на следующие поколения – GenI, GenI+, GenII, GenII+, GenII++, GenIII. Имеются также 2-х и 3-х каскадные ЭОП, которые в настоящее время в ПНВ практически не применяются. Зачастую упрощенно говорят: ЭОП поколения I, II, II+ и III (ЭОП поколений I+ и II++ являются улучшенным вариантом ЭОП поколений II+ и III).

По основным параметрам зарубежные приборы соответствуют отечественным. Преимущество приборов на ЭОП III-го поколения реализуется лишь при освещенности, существенно ниже нормированной ($E < 1 \cdot 10^{-3}$ лк). При этих освещенностях приборы на ЭОП III-го поколения превосходят по дальности действия приборы на ЭОП поколения II++. На открытых местностях освещенность ниже $1 \cdot 10^{-3}$ лк обычно составляет 10-15 % от всего темного времени суток. Стоимость приборов на ЭОП III-го поколения по сравнению с аналогами на ЭОП поколения 2++ в ~ 1,5-2 раза выше.

Стоимость ПНВ в значительной степени зависит от того, к какой группе приборов по 1-ой классификации относится конкретный прибор, и весьма существенно зависит от поколения установленного в приборе ЭОП (2-я классификация).

Более подробно особенности каждой из групп ПНВ и применяемых в них ЭОП рассмотрим ниже в соответствующих разделах.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ (ОНИ ЖЕ И ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ) ХАРАКТЕРИСТИКИ ПНВ

Основные технические характеристики ПНВ определяются характеристиками применяемых в них электронно-оптических преобразователей (ЭОП) и оптикой. Рассмотрим некоторые из них, чаще всего интересующие покупателей.

Увеличение (другое название — кратность, видимое увеличение)

Характеристика, показывающая, во сколько раз наблюдаемое в НПВ изображение предмета, больше по сравнению с наблюдением предмета невооруженным глазом.

Увеличение определяется характеристиками применяемой в приборе оптики (объектива и окуляра) и увеличением ЭОП. В большинстве ПНВ увеличение составляет от 2-х до 4-х крат (от 2х до 4х). Очки ночного видения, как правило, имеют увеличение 1х.

Вопреки весьма распространенному мнению, что чем больше кратность, тем лучше прибор, в случае с ПНВ этот принцип совершенно не работает. Некоторые Покупатели высказывают желание приобрести ПНВ с увеличением от 10х до 20х, чтобы рассмотреть что-либо в деталях на расстоянии 2...3 километра. Увы, это невозможно. Для достижения такого увеличения необходимо установить объектив с настолько большим фокусным расстоянием, что придется или пожертвовать его светосилой и заведомо снизить яркость наблюдаемых предметов или использовать объектив с большим диаметром оптики, но в этом случае ПНВ будет не только большим, но и тяжелым (оптика то тяжелая!). Светосила, о которой речь пойдет немножко позже, весьма существенная характеристика для ПНВ с ЭОП GenI, GenI+, да и для других поколений ЭОП чем меньше светосила объектива, тем менее яркими будут предметы, наблюдаемые в ПНВ. При этом потери могут быть столь велики, что невооруженный глаз человека будет видеть лучше, чем с ПНВ.

Дальность видения

Профессионалы обычно под термином «дальность видения» подразумевают два понятия: «дальность опознавания» и «дальность обнаружения».

Под дальностью опознавания обычно понимается расстояние, на котором можно различить детали фигуры человека (голову, вытянутую руку) при ясной погоде и естественной ночной освещенности в $\frac{1}{4}$ луны. Для ПНВ, в которых установлены ЭОП GenI, GenI+, это расстояние составляет от 100 метров до 200 метров, а при хорошем сочетании оптики и хороших параметрах ЭОП — до 300 метров. Применение ЭОП GenII, GenII+, GenII++, GenIII позволяет увеличить это расстояние в несколько раз и в сочетании с качественной оптикой дальность опознавания может достигать до 1000 метров.

Понятие дальности видения довольно условное. Дальность сильно зависит от условий наблюдения: прозрачности атмосферы, освещенности (наличие луны и ее фазы, ясное небо или сильная облачность), размера объекта и его контрастности с фоном. Контраст между фоном и объектом зависит не только от цвета, но и от отражательной способностей фона и объекта. Например, человек в глянцевой (хорошо отражающей) одежде на фоне густого хвойного леса виден лучше, чем человек в

ворсистой одежде того же цвета А вот на фоне луговой зелени после дождя все может быть наоборот. Конечно же, дальность видения, например, волка на фоне снега будет несоизмеримо больше, чем на фоне зеленых кусков.

Когда говорят о дальности обнаружения, то как правило, имеют ввиду возможность определить наличие на этом расстоянии объектов значительно больших размеров. Например, увидеть, что на расстоянии в 500 метров виден возможно человек, но точно сказать нельзя, так как не различаются такие детали, как голова, руки и прочее.

Световой диаметр объектива

Световой диаметр — это диаметр входной линзы объектива, через которую свет попадает в оптическую систему ПНВ, в миллиметрах. Очень важный показатель, чем он больше, тем большее количество света проходит на ЭОП, а значит и есть что усилить. Однако при этом соответственно растут габариты, и вес прибора, что делает его менее удобным. У большинства ПНВ световой диаметр объектива составляет от 24 мм до 50 мм.

Угол поля зрения

Измеряется в градусах и зависит от применяемой оптики. Чем выше значение этого показателя, тем большее пространство можно охватить взглядом, легче ориентироваться, а значит и удобнее пользоваться таким прибором. В технических характеристиках на прибор иногда указывают линейное поле зрения в метрах (диаметр видимого круга) на дистанции 100 или 1000 метров

Коэффициент усиления света

Комплексный показатель. Зависит от величины усиления света в ЭОП и величины световых потерь в оптической системе. Показывает во сколько раз световой поток, который мы наблюдаем на выходе из окуляра ПНВ, превышает световой поток, поступающий на вход оптической системы от объекта наблюдения. Приборы на основе ЭОП GenI, GenI+ усиливают свет в несколько сотен раз, но не более 1000. Для приборов ЭОП GenII, GenII+, GenII++, GenIII этот показатель составляет от 20 000 до 50 000.

Разрешение в центре поля зрения

Разрешение — это способность прибора передавать мелкие детали. Измеряется (записывается в паспорте на прибор) в угловых секундах или в штрихах (или линиях) на миллиметр. Разрешение в угловых секундах Определяется как наименьший угол между лучами, проведенными из центра зрачка наблюдателя, к двум рядом расположенным и раздельно различимым точкам. Чем эта величина меньше, тем лучше видно мелкие детали в ПНВ. Более понятна величина разрешения, измеряемая количеством в штрихах (линиях) на миллиметр. Означает количество раздельно различимых штрихов на один миллиметр изображения, и чем эта величина больше, тем лучше видно мелкие детали.

Разрешение конкретного ПНВ зависит от качества установленной в нем оптики и разрешения ЭОП.

Принцип работы ПНВ

Начиная разговор на тему принципа работы ПНВ, необходимо сразу уточнить одно весьма распространенное заблуждение, встречающееся среди людей впервые сталкивающихся с ПНВ. Ни один прибор ночного видения не может «видеть» в полной, то есть абсолютной темноте, если не используется специальная инфракрасная подсветка. Другими словами, если в окружающем пространстве совершенно не присутствует свет в видимом человеческому глазу диапазоне, или в примыкающей к нему области инфракрасного света (например наглухо закрытое помещение «без окон, без дверей»), то ни через один, пусть даже самый дорогой прибор вы ничего не увидите. Каждый ПНВ работает по принципу многократного (ограниченно техническими возможностями ПНВ) усиления уже существующего света, до величин достаточных для восприятия невооруженным глазом.

Опишем работу ПНВ: имеется объект наблюдения в условиях столь низкого освещения, что чувствительности человеческого глаза не хватает, чтобы его подробно рассмотреть. Отраженный от объекта свет попадает на входную линзу оптической системы ПНВ — объектив. Объектив собирает падающий на него свет и фокусирует изображение объекта на поверхности основного элемента любого ПНВ — Электронно-Оптического Преобразователя (ЭОП), называемого фотокатодом. Задача ЭОП — усилить в несколько сотен или тысяч раз световой поток, который поступил на него через объектив, и передать изображение объекта на люминесцентный экран. Изображение на этом экране и рассматривает наблюдатель через вторую часть оптической системы ПНВ — окуляр.

Описанная выше схема — называется пассивным режимом работы ПНВ. То есть прибор всего лишь пассивно усиливает попадающий на него световой поток. Есть свет — есть что усиливать. Если же света нет, или его столь ничтожно мало, что ЭОП технически не может его усилить до величин различимых невооруженным глазом — люминесцентный экран останется темным, и в прибор ничего не будет видно (разве что собственные шумы ЭОП). Для таких случаев (темнота — «хоть глаз выколи»), практически все существующие на сегодня ПНВ гражданского назначения, за очень редким исключением, имеют в своей конструкции встроенный, а иногда съемный, инфракрасный (ИК) осветитель (иногда его называют «подсветкой»). ИК осветитель служит дополнительным источником света и используется когда естественной освещенности окружающего пространства не достаточно для комфортной работы ПНВ. В качестве источника света в ИК осветителях используются ИК-светодиоды, реже — более дорогостоящие лазерные диоды ИК диапазона. Необходимо отметить, что лазерное излучение представляет опасность для зрения и потому использование лазерных диодов в ИК осветителях запрещено законодательствами некоторых стран. Режим работы ПНВ с включенным ИК осветителем называется активным. Дальность действия ИК осветителя зависит его мощности.

Миниатюрные осветители мощностью 5 мВт, позволяют ориентироваться на расстоянии 20-30 метров, например в помещении, можно осмотреть небольшой двор. Мощность осветителя 10 мВт даст дистанцию

наблюдения 50-70 метров, 20 мВт — 120-150 метров. Более мощные светодиодные ИК осветители мощностью 100-200 мВт (иногда их называют ИК фонарями), и лазерные ИК осветители, чаще используются как вторая, дополнительная подсветка. Обычно имеют съемную конструкцию, и механизм фокусировки позволяющий собрать свет в более узкий пучок и увеличить дистанцию наблюдения, достигающую 300-500 метров. В ПНВ с ЭОП GenI используются ИК осветители на диодах работающих в видимом ИК-диапазоне, что оказывает демаскирующее действие на наблюдателя. Другими словами работающий ИК осветитель видно со стороны примерно как огонек зажженной сигареты. В ПНВ с ЭОП GenII, GenII+, GenII++, GenII могут использоваться осветители ИК-диапазона не видимого человеческим глазом.

ЭОП КАК ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ПРИБОРА НОЧНОГО ВИДЕНИЯ

30

ЭОП служит для многократного усиления света, являясь одновременно приемником, преобразователем, усилителем и передатчиком излучения. Как уже упоминалось, все ЭОП можно упрощенно разделить на поколения I, II, II+ и III (ЭОП поколений I+ и II++ являются улучшенным вариантом ЭОП поколений II+ и III) которые весьма существенно отличаются друг от друга по своей конструкции, техническим характеристикам и стоимости. Рассмотрим их подробнее.

Поколение I, I+

ЭОП поколения I и I+ представляет собой герметично запаянную стеклянную или металлокстеклянную колбу, из которой откачан воздух. Степень вакуума внутри колбы весьма велика. ЭОП имеют различные модификации, но принцип работы их одинаков..

Рассмотрим принцип работы ЭОП с электростатической фокусировкой в стеклянном корпусе, схематично изображенном на схеме 8.

Фотокатод — это очень тонкий слой фотоэмиссионного вещества, нанесенного на внутреннюю поверхность фотокатодного стекла. Люминофор способен светиться при бомбардировке его отрицательно заряженными частицами — электронами так же, как светится экран телевизора. Между фотокатодом и анодом ЭОП создается разность потенциалов, для чего в ПНВ имеется специальный высоковольтный блок питания. Если на ЭОП подать заданное (расчетное напряжение), то внутри ЭОП образуется электронная линза, аналогичная оптической, в которой роль преломляющих поверхностей выполняют линии электростатического поля, которые направляют и фокусируют электроны так же, как и оптическая линза фокусирует световые лучи.

Принцип работы. Объектив ПНВ собирает слабый свет, исходящий от объекта наблюдения, и передает его на поверхность фотокатода — строит изображение наблюдаемых объектов, иначе говоря — создает на поверхности фотокатода определенное распределение освещенности. При этом с противоположной стороны фотокатода возникает фотоэлектронная эмиссия с аналогичным пространственным распределением плотности электронного тока (чем больше освещен участок фотокатода, тем большее количество электронов выбивается). Если между фотокатодом и экраном создается разность потенциалов (ЭОП подключается к источнику высокого напряжения), то под ее влиянием электроны фотоэмиссии разгоняются и с большой кинетической энергией ударяют в люминофор экрана. В результате люминесценции на поверхности экрана возникает светящееся перевернутое изображение объекта или картины, спроецированной объективом на фотокатод, которое можно рассматривать через окуляр ПНВ как через линзу.

Следует отметить, что процесс выхода электронов из фотоэмиссионного слоя фотокатода происходит вне зависимости от того, подключен ЭОП к источнику питания, или нет. Если внутри ЭОП не создать фокусирующего электростатического или электромагнитного поля, то электроны постепенно возвращаются в слой фотокатода

У ЭОП поколения I и I+ фотокатод, как правило, многощелочной, а люминофоры желто-зеленого свечения.

Одной из важнейших характеристик ЭОП, от которой зависит дальность видения ПНВ, является коэффициент усиления по свету. Для ЭОП I и I+ он может быть от 500 до 2000 крат и зависит от увеличения ЭОП, чувствительности фотокатода и светоотдачи люминофора. Коэффициент усиления по свету тем больше, чем больше чувствительность фотокатода и светоотдача люминофора и чем меньше увеличение. Увеличение ЭОП может быть от 0,4 до 0,9 крат в зависимости от модификации, а чувствительность фотокатода зависит от качества изготовления ЭОП и может в два раза отличаться для ЭОП одной и той же модификации.

Второй важнейшей характеристикой, влияющей на дальность видения, является разрешение. В зависимости от модификации ЭОП и качества

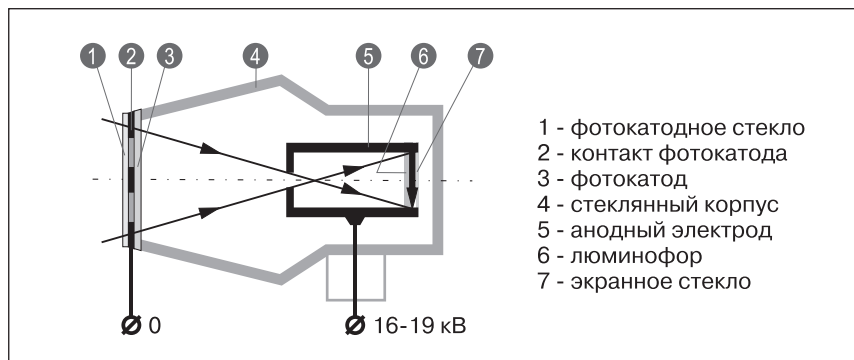


схема 8. Схема ЭОПа поколения I.

его изготовления разрешение в центре поля зрения, как правило, может быть от 30 штр/мм до 50 штр/мм. Ближе к краю поля зрения разрешение в ЭОП I-го поколения намного меньше. На краю поля зрения оно может составлять до 5 штр/мм. Кроме того, чем дальше расположено изображение предмета от центра поля зрения, тем больше нарушается его подобие предмету. Например, если рассматривать квадрат, вписанный в поле зрения, то он будет выглядеть как «подушка». Это ни в коем случае не дефект оптики прибора, как можно подумать сразу. Оптика здесь ни при чем, искажение дает ЭОП. Однако при хорошем подборе объектива и окуляра для конкретного ЭОП и использования только центральной части рабочего поля фотокатода удастся получить достаточно качественное изображение и в ПНВ с этими ЭОП.

В ЭОП поколения I+ разрешение на краю поля зрения мало отличается от разрешения в центре, а искажения формы предметов практически незаметно. Равномерное разрешение по полю в этом ЭОП достигается путем использования специальной плоско — вогнутой волоконно-оптической пластины (ВОП), на вогнутой (обращенной внутрь колбы) поверхности которой нанесен фотокатод. В связи с потерями света в ВОП ЭОП поколения I+, как правило, имеют меньшее увеличение, а поэтому и ПНВ с ними не удастся сделать одновременно и компактными и с достаточным увеличением. Кроме того, стоимость ЭОП поколения I+ с ВОП в среднем в 5–7 раз выше, а коэффициент усиления по свету такой же, то понятно, почему на рынке ПНВ гражданского назначения эти ЭОП не получили широкого распространения.

Сравнительно недавно появилась новая разработка — ЭОП поколения I+, в котором за счёт оригинального технического решения — сферическая форма фотокатода без использования ВОП совместно с новым объективом. Это позволило получать достаточно четкое изображение по всему полю зрения без потери света, а значит и сохранить коэффициент усиления по свету при одновременном сохранении увеличения ЭОП. ПНВ же с новым ЭОП поколения I+ лишь незначительно дороже чем с обычным ЭОП I-го поколения.

ПНВ с ЭОП I-го и I+ поколений достаточно хорошо работают в условиях естественной ночной освещенности соответствующей наличию $\frac{1}{4}$ Луны на небе. При более низкой освещенности необходимо объекты наблюдения освещать специальным ИК осветителем.

Существующая технология изготовления ЭОП не позволяет получить исключительно равномерную яркость свечения всей поверхности экрана и полное отсутствие каких либо темных или светлых точек. Поэтому, если в ПНВ наблюдать равномерно освещенную белую поверхность, то можно видеть в поле зрения мелкие черные точки, сероватые полоски или незначительное отличие по яркости участков экрана, которые практически не видны при работе ночью, особенно при наблюдении на местности. Эти точки и неравномерность яркости не влияют на надежность (длительную стабильную работу) ЭОП и не является браком. Ресурс работы ЭОП I поколения составляет около 1000 часов, этого хватает простому любителю природы примерно на 3–5, а иногда и более, лет эксплуатации. В дальнейшем чувствительность ЭОП падает, снижается яркость и контрастность

изображения. Примерно такой эффект можно наблюдать с кинескопами старых телевизоров.

Надо помнить, что очень немногие модели ПНВ с ЭОП I-го поколения выпускаются с электронной защитой от случайной засветки. Поэтому при эксплуатации прибора, в случае внезапного появления в поле зрения яркого источника света (фонарь, фары автомобиля, внезапно включенный свет, случайно снятые в дневное время с включенного прибора защитные крышки), необходимо немедленно отвести объектив прибора в сторону, и закрыть его крышкой или на крайний случай рукой. В противном случае, многократное увеличение освещенности фотокатода приведет к лавинообразному увеличению количества выбитых из него электронов, усиленных в сотни раз приложенным напряжением, и в результате — прожиганию проводящего слоя фотокатода и выгоранию люминофора. Как правило, подобные случаи признаются нарушением правил эксплуатации, не являются гарантийными и ремонт ПНВ выльется в значительные материальные затраты потребителя.

2-х и 3-х каскадные ЭОП

В условиях очень низкой освещенности усиления однокамерного ЭОП оказалось недостаточно и для его увеличения однокамерные ЭОП стали соединять — на наружной стороне экранного стекла первого ЭОП (каскада) наносился фотокатод следующего, присоединенного к первому, каскада. Комбинация «экран — фотокатод» называется каскадом усиления. Коэффициент усиления резко увеличивался, но разрешение при удалении от центра поля зрения резко снижалось. Применение ВОП для стыковки каскадов позволило его выровнять. Коэффициент усиления в зависимости от количества каскадов и типа фотокатода составлял от 3000 до 30 000.

Массовое применение каскадных ЭОП в Советском Союзе приходится на период 50 – 60-х годов. Каскадные ЭОП с ВОП успешно производились рядом зарубежных фирм.

Из-за увеличенных размеров таких ЭОП растут размеры и вес самих приборов, что делает их громоздкими и неудобными. Поэтому в последние годы они практически не применяются и их вытеснили более компактные, имеющие лучшие характеристики и близкую стоимость ЭОП II-го поколения.

Поколение II.

Отличается от ЭОП поколения I и I+ тем, что в его конструкции после разгонной камеры устанавливается специальный усилитель электронов — микроканальная пластина (МКП). Усиление света в ЭОП II поколения происходит в два этапа, сначала в разгонной камере, как в ЭОП поколения I и I+ , а затем, основное, в микроканальной пластине (МКП).

МКП представляет собой сито с регулярно расположенными каналами диаметром 6-10 мкм и толщиной не более 1 мм. Обе поверхности МКП полируются и металлизуются, между ними прикладывается напряжение в несколько сотен вольт. Попадая в канал, электрон испытывает соударения со стенкой и выбивает вторичные электроны. В тянущемся электрическом поле процесс многократно повторяется, позволяя получить высокий коэффициент усиления. Если в ЭОП поколения I и I+ один электрон,

вылетевший из фотокатода, движется в вакууме разгонной камеры, и так, в одиночку, и долетает до люминесцентного экрана (анода), то в канале МКП каждый электрон, вылетевший из фотокатода, «привозит» с собой целый рой дополнительных электронов. Коэффициент усиления света достигает 25 000–50 000

Фокусировка электронов электростатическая (с электронной линзой), фотокатод многощелевой, экран желто-зеленого свечения. Изображение на экране перевернутое (за счет т.н. «электронной линзы»). Разрешение от 30 до 45 штр/мм. Если на входе имеется ВОП, то разрешение по полю равномерное, если ВОП на входе нет, то присутствуют все недостатки качества изображения. ЭОП I-го поколения. В хороших ЭОП II-го поколения устанавливают ВОП как на входе так и на выходе (перед экраном), что позволяет получить качество изображения и разрешение на самом краю такое же как и в центре.

В последние годы производители ПНВ используют ЭОП II поколения все реже, отдавая предпочтение поколению II+.

Поколение II+, Super GenII+

Это ЭОП бипланарной конструкции, то есть без электростатической линзы, с прямым переносом изображения с фотокатода на экран. Схематично устройство ЭОП изображено на схеме 9.

Расстояния между слоем фотокатода и входом МКП, выходом МКП и слоем люминофора достаточно малые. Напряжения, подаваемые на фотокатод, вход и выход МКП зависят от конкретной конструкции ЭОП, а напряжения на выходе МКП отличаются для одного и того типа ЭОП и регулируются в процессе изготовления для достижения максимального разрешения.

Изображение на экране ЭОП получается прямым. Для того, чтобы его перевернуть вместо плоской стеклянной пластины, на которой нанесен внутри люминофор, применяют волоконно-оптическую пластину, волокна которой являются световодами и закручены таким образом, что изображение переворачивается на 180°. При отсутствии такой пластины необходимо перед окуляром ставить оборачивающую систему (ОС). Изображение на экране ЭОП в этом случае рассматривается через микроскоп (ОС + окуляр = микроскоп) и за окуляром уже имеется выходной зрачок (висит в воздухе светлый кружок), которого при использовании переворачивающего изображение ВОП нет, так как окуляр в этом случае работает как лупа и выходным зрачком является глаз.

Если с ПНВ приходится работать в условиях, где возможны боковые засветки, то на входе вместо стеклянной устанавливается волоконно-оптическая пластинка, защищающая фотокатод от боковых засветок и позволяющая получить более контрастное изображение.

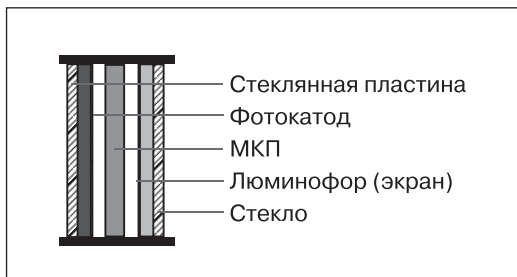


схема 9. Схема ЭОПа поколения II+.

ЭОП II+ и Super Gen II+ поколений отличаются типом фотокатода. Если в стандартных ЭОП II+ фотокатод многощелочной типа S-25 с интегральной чувствительностью 250-350 мкА/лм, то в ЭОП Super Gen II+ фотокатод S-25R с интегральной чувствительностью до 650 мкА/лм, выше в два раза она и в дальней красной области. Поэтому при очень низкой освещенности как без ИК подсветки, так и с ИК подсветкой в ПНВ с ЭОП Super II+ видно значительно лучше, чем в ПНВ с ЭОП II+.

Кэффициент усиления по свету у ЭОП II+ составляет, как правило, 20 000-30 000, а у Super GenII+ порядка 30 000-40 000. Разрешение зависит от качества МКП и ВОП и может составлять у самых худших ЭОП 35 штр/мм, а у лучших — до 50 штр/мм, оставаясь при этом практически неизменным по всему полю зрения.

Малые габаритные размеры ЭОП II+ и Super GenII+ позволяют значительно уменьшить габаритные размеры и вес ПНВ по сравнению с ЭОП II-го поколения. Ресурс работы ЭОП поколения II и II+ составляет порядка от 1000 до 3000 часов, что втрое больше, чем у ЭОП I-го поколения. Встроенные источники питания ЭОП поколений II и II+ и Super Gen II+ имеют автоматическую регулировку яркости свечения экрана и встроенную электронную защиту фотокатода от световых перегрузок, а сами ЭОП — хорошее качество изображения без искажений по всему полю зрения и могут работать в условиях очень низкой освещенности — при отсутствии луны, а лишь наличии звезд и то в легких облаках. Стоимость ПНВ с ЭОП поколений II, II+ в 5-10 раз выше, чем стоимость приборов с ЭОП I-го поколения, и редко бывает ниже 2000 долларов США, а с ЭОП поколения Super GenII+ еще выше. В тоже время ПНВ с ЭОП Super GenII+ по дальности видения практически не уступают ПНВ с ЭОП III-го поколения, которые значительно дороже и о которых мы поговорим чуть позже.

Высокая стоимость ЭОП II+ и Super GenII+ (а также и ЭОП III-го поколения) обусловлена как технологией их изготовления (в специальных сверхчистых вакуумных камерах с высокой степенью вакуума), так и стоимостью МКП и ВОП.

Поколение III

Отличается от ЭОП поколения II+ и Super GenII+ тем, что фотокатод выполнен на основе арсенида галлия, что позволило увеличить его интегральную чувствительность до 900-1600 мА/лм, а чувствительность в инфракрасной области до 190 мкА/лм (в инфракрасной области в 10 раз больше по сравнению с ЭОП II+ и в 6 раз больше по сравнению Super Gen-II+). Разрешение 42-64 штр/мм. Ресурс работы до 10 000 часов, что втрое больше чем у ЭОП II и II+, и в 10 раз больше чем у ЭОП I.

Приборы на базе ЭОП III-го поколения очень хорошо работают в условиях предельно низкой освещенности. Картинка в приборе насыщенная, четкая, с хорошим контрастом и проработкой деталей. В отличие от ЭОП II+ на входе отсутствует волоконно-оптическая шайба, поэтому нет защиты от боковых засветок, что затрудняет их использование в городских условиях. Из-за высокой стоимости, в 1,5-2,5 раза выше, чем II+, приборы на ЭОП III поколения в свободной продаже встречаются редко, и в основном применяются в спецтехнике (военные, спецслужбы и т.д.).

ПНВ: Монокюляры, бинокли, очки

Монокюляры ночного видения (МНВ)

Имеют один (моно) канал усиления света, включающий в себя один объектив, один ЭОП и один окуляр. Объектив создает изображение наблюдаемого объекта на фотокатоде ЭОП, ЭОП усиливает яркость этого изображения и уже более яркое изображение рассматривается через окуляр одним глазом, как через лупу. Ускоряющее напряжение на ЭОП подается от блока питания, расположенного в корпусе прибора. В качестве источника питания обычно используются одна или две батарейки общим напряжением 3 В (вольта). Встречаются модели, где в качестве источника питания применяется пьезоэлектрический преобразователь и не требуются обычные батарейки.

Такие ПНВ имеют встроенный в корпус или съемный ИК осветитель. Наиболее распространенными в продаже, ввиду их невысокой стоимости (150-200\$), являются монокюляры на базе ЭОП I-го поколения. Из-за невысокого коэффициента усиления света эти приборы весьма критичны к светосиле используемой оптики, и поэтому их увеличение обычно не больше 2-4 крат. Использование в таких ПНВ больших дорогих объективов, в общем то нецелесообразно, так как это приведет к значительному увеличению массы, габаритов и стоимости, а из-за ограниченных возможностей самого ЭОП I-го поколения не удастся существенно увеличить дальность наблюдения и четкость изображения — оно все равно будет размыто по краям. Обычно используются объективы с относительным отверстием 1:1,5-1:2, фокусным расстоянием от 30 до 100 мм.

Монокюляры на ЭОП I-го поколения можно использовать в вечернее и ночное время суток при освещенности не ниже 0,05 люкс (1/4 Луны). Дальность опознавания фигуры человека (направление вытянутой руки, голова) при этом составит от 100 до 300 метров, а дальность обнаружения (наличия) той же фигуры человека — от 400 до 800 м. При более низкой освещенности необходимо использовать ИК осветитель, который в зависимости от мощности обеспечит дистанцию наблюдения 100-150 метров на ровной местности. В некоторых случаях использовать ИК осветитель нецелесообразно, например — в лиственном лесу, так как его свет, отраженный от кустарника и веток деревьев засветит всю панораму, и дальность видения может составить всего несколько метров.

Монокюляры ночного видения с ЭОП I-го поколения являются наиболее дешевыми ПНВ, тем не менее, успешно решающими поставленные задачи ночного наблюдения и в связи с этим пользующимися большим спросом у различных категорий пользователей. Основными потребителями монокюляров являются туристы, охотники, рыболовы, спелеологи, водители малых судов. Они также широко применяются для спасательных работ, охраны объектов, исследований живой природы. С помощью специальных адаптеров некоторые модели монокюляров НВ можно совместить с фото и видео камерами для проведения ночной съемки.

Для решения более сложных задач в монокюлярах ночного видения используются ЭОП поколений II, II+ и III (из-за больших габаритов ЭОП II-

го поколения встречаются все реже). Стоимость приборов с ЭОП II, II+ от 1500 до 3000\$, а с ЭОП III — 3000-7000\$. У них имеется электронная защита ЭОП от случайной засветки, автоматическая регулировка яркости изображения. Светосильные объективы с увеличением 3-6 крат обеспечивают наблюдение даже в безлунную ночь на расстояние 500-1000 метров. Часто для более комфортного наблюдения вместо простого окуляра устанавливается бинокулярная насадка, позволяющая рассматривать изображение на экране ЭОП двумя глазами — псевдобинокулярные приборы. ПНВ на основе ЭОП II, II+ и III относятся к классу профессиональной техники и используются также военными, спецслужбами, спасателями.

Бинокли ночного видения (БНВ)

Представляют собой два монокуляра ночного видения конструктивно соединенных между собой, с общим блоком питания и одним ИК осветителем. То есть, имеют два объектива, два окуляра и два ЭОП. Соответственно и цена такого прибора увеличивается примерно в два раза и для бинокля с ЭОП I-го поколения составляет от 350 до 500\$. Наблюдение двумя глазами создает стереоскопический эффект и позволяет оценить разную удаленность наблюдаемых объектов (эффект глубины изображаемого пространства) и не только более подробно рассмотреть объекты наблюдения, но и даже несколько увеличить дальность видения. Установка в биноклях двух ЭОП поколения II+, или III встречается очень редко из-за высокой конечной стоимости таких изделий. Обычно производители ограничиваются применением бинокулярной насадки, позволяющей превратить монокуляр НВ в некоторое подобие бинокля.

Очки ночного видения

Отличительной особенностью очков НВ является наличие специальной маски, закрепляемой на голове наблюдателя и позволяющей оставлять руки наблюдателя свободными для выполнения других задач. Прибор НВ соединен с маской через специальный кронштейн. Кронштейн позволяет зафиксировать ПНВ в двух положениях: в рабочем положении — окуляры ПНВ располагаются напротив зрачков наблюдателя, в нерабочем — ПНВ откидывается вверх позволяя вести наблюдение невооруженным глазом. Как правило, очки НВ не имеют увеличения то есть, их увеличение равно единице), что позволяет оценивать расстояния в реальном масштабе, легче ориентироваться на пересеченной местности или в помещении, передвигаться и даже управлять транспортом.

Так как очки НВ крепятся на голове наблюдателя, то к габаритам и весу используемых в них ПНВ предъявляются особые требования. Чем они легче и компактнее, тем удобнее пользоваться таким прибором. В качестве ПНВ в очках НВ чаще используются особо компактные бинокли НВ на ЭОП I-го поколения. В некоторых, не очень ответственных случаях, бывает достаточно использовать вместо бинокля — монокуляр НВ, и тем самым сэкономить значительную часть стоимости очков НВ, хотя называется такая конструкция «очками» скорее условно. Для особо важных задач в очках НВ применяются монокуляры НВ на ЭОП поколения II+ или III с бинокулярной насадкой. Такие приборы так

же используют военные и спецслужбы, что часто можно увидеть в различных фильмах с динамичным сюжетом.

Все ПНВ, как монокуляры так и бинокли, комплектуются специальными крышками, закрывающими объектив и предохраняющими его от загрязнения и механических повреждений. Кроме того, эти крышки выполняют роль диафрагмы при предпродажной проверке работоспособности прибора. ПНВ предназначены для использования в темное время суток, а их приобретение происходит, как правило, днем и не в каждой торговой точке имеется достаточно затемненное помещение, чтобы можно было включить прибор с открытым объективом. Для этого в крышках проделаны маленькие отверстия, или вставлены специальные светофильтры, чтобы ограничить количество света падающего на объектив. Включив ПНВ при дневном свете с надетыми крышками, и передав его покупателю для проверки, необходимо внимательно следить, чтобы тот их нечаянно не снял. Необходимо помнить, что после выключения питания ЭОП I-го поколения (индикатор включения питания, как правило, зеленый светодиод погас) на блоке питания еще в течение нескольких минут сохраняется напряжение и нельзя снимать крышки до тех пор, пока экран ЭОП полностью не погаснет. Кроме того, нелишне объяснить покупателю, что этот режим работы предназначен исключительно для проверки работоспособности, и использовать ПНВ днем для наблюдения совершенно бесполезно, для этого существуют другие наблюдательные приборы. А вот то, что на блоке питания после его выключения в течение нескольких минут (при работе ночью это время может составить от 5 до 20 минут в зависимости от освещенности) хотя и постепенно снижается, но сохраняется напряжение является весьма положительным моментом – это позволяет значительно увеличить время работы прибора от одного комплекта батарей (или одной батареи, в зависимости от модификации прибора). Вы можете включить прибор на 20-30 секунд, а затем выключить и еще некоторое время вести наблюдение, хотя батарея отключена: ресурс работы батарей увеличивается в несколько раз.

ПНВ: ПРИЦЕЛЫ

Прицелы ночного видения составляют особую категорию ПНВ, так как предназначены не только для наблюдения за объектом в темное время суток, но и для ведения прицельной стрельбы. По конструкции прицелы НВ аналогичны монокулярам, но имеют существенные отличия. Прицелы закрепляются на оружии с помощью специальных приспособлений — кронштейнов. Способы крепления ночных прицелов не отличаются от крепления дневных оптических прицелов, только из-за их большего веса кронштейны должны быть более массивными и прочными.

Прицелы НВ имеют в поле зрения специальную метку («марку»), по которой наводят оружие на цель. Марка может быть разной конфигурации — в виде светящейся точки, «птички» или креста. Яркость марки регулируется, чтобы её можно было легко различить на фоне цели, и в то же время, чтобы она, не была слишком яркой и не мешала наблюдению. Для совмещения марки с линией прицеливания прицел имеет механизм выверки. Вращение маховиков механизма выверки на один щелчок приводит к перемещению прицельной марки по горизонтали или по вертикали на определенный угол, величина которого указывается в технических характеристиках прицела. В связи с большими ударными нагрузками, возникающими в момент выстрела, к ЭОП и всей конструкции прицела предъявляются повышенные по сравнению с другими ПНВ требования по ударной прочности и устойчивости. Все детали конструкции прицела должны быть надежно закреплены, прицельная марка не должна сбиваться после выстрела. В то же время прицел не должен быть тяжелым и неудобным при эксплуатации, поэтому корпус изготавливают из высокопрочных легких сплавов. Повышенные требования предъявляются и к герметичности прицела — он должен быть защищен от дождя, снега, пыли, сохранять работоспособность при низких температурах. Ночные охотничьи прицелы имеют штатную подсветку мощностью 15-20 мВт и дальностью действия 70-120 м. У некоторых моделей на корпусе имеются крепежные планки, позволяющие установить дополнительный мощный ИК фонарь, лазерный целеуказатель или направленный микрофон.

Наиболее распространены охотничьи прицелы с ЭОП I-го поколения. Они позволяют вести эффективное наблюдение и стрельбу на дистанции 150-200 метров. Из-за более сложной конструкции их стоимость в 1,5...2 раза выше стоимости монокуляров НВ (400-500\$). В последние годы повысился спрос и растет предложение на ночные охотничьи прицелы с ЭОП поколения II+, имеющих более резкое и контрастное изображение по всему полю зрения и позволяющих значительно увеличить эффективную дальность наблюдения и стрельбы в условиях более низкой освещенности, чем прицелы на базе ЭОП I-го поколения. ЭОП III-го поколения в охотничьих прицелах пока еще достаточно редки из-за высокой стоимости, некоторые производители ставят их на свои изделия как опцию по индивидуальному заказу.

ЦИФРОВЫЕ НОЧНЫЕ ПРИБОРЫ.

Появившиеся в последние годы цифровые ночные приборы явились важным шагом в развитии технологии ночного видения. Все предыдущие поколения ПНВ в качестве базового элемента использовали электронно-оптические преобразователи — светочувствительные вакуумные устройства, усиливающие свет, отраженный от наблюдаемого объекта. Цифровые ПНВ используют вместо традиционных ЭОП — высокочувствительные ПЗС-матрицы, как в цифровых фото- и видеокамерах, но намного более чувствительные. ПЗС-матрица (аббревиатура по первым буквам в названии «Прибор с Зарядовой Связью») — твердотельное светочувствительное электронное устройство.

Поступившие в объектив лучи света, отраженные от наблюдаемого объекта, попадают на светочувствительную поверхность элементов ПЗС-матрицы, которые преобразуют энергию фотонов в электрический заряд, который затем считывается, усиливается, преобразуется и передается на миниатюрный дисплей. Изображение на дисплее рассматривается глазом через окуляр (работающий как лупа). ПЗС-матрицы имеют ряд характеристик, которые выгодно отличают их от электронно-оптических преобразователей — высокая светочувствительность, малые габариты, низкое энергопотребление, одинаковая четкость и резкость изображения по всему полю зрения, надежность и долговечность эксплуатации. Кроме того, при тождественности качественных характеристик, приборы ночного видения на основе ПЗС-матрицы стоят намного дешевле аналоговых приборов на основе ЭОП II-го и последующих поколений ввиду меньших затрат на их выпуск. Цифровые приборы ночного видения могут безопасно работать в дневное время суток, не бояться вспышек света и интенсивных источников освещения, которые могут повредить прибор ночного видения на ЭОП. Эта особенность делает рабочий ресурс цифровых ПНВ практически неограниченным. Через встроенный видеовыход имеется возможность передавать изображение на внешний монитор, а так же осуществлять видеозапись. В свете приведенных характеристик следует отметить несомненную перспективность развития и усовершенствования цифровых технологий в приборах ночного видения.

Но следует несколько охладить оптимизм перспективы полного вытеснения этими новыми приборами обычных ПНВ с ЭОП в ближайшее время. Дело в том, что для наблюдения на достаточно больших дистанциях в обычное ночное время необходимо использовать специальные высокочувствительные в ИК-области матрицы, которые стоят немалых денег (привести стоимость хороших и средних японских матриц, чувствительных в ИК-области). Если же использовать более дешевые варианты, то необходим мощный встроенный ИК-осветитель, значительно мощнее, чем в обычных ПНВ, а для обеспечения автономного питания прибора — мощный источник питания. Как правило, это не одна или две обычных батарейки, а значит увеличиваются вес и габариты прибора.

Оптические дальномеры – это оптические приборы, применяемые для измерения расстояний до объектов. По принципу действия дальномеры подразделяются на две основные группы, геометрического и физического типов.

Первую группу составляют **геометрические дальномеры**. Измерение расстояний дальномером такого типа основано на определении высоты h равнобедренного треугольника ABC (схема 10) например по известной стороне $AB = l$ (базе) и противолежащему острому углу β . Одна из величин, l или β , обычно является постоянной, а другая — переменной (измеряемой). По этому признаку различают дальномеры с постоянным углом и дальномеры с постоянной базой. Дальномер с постоянным углом представляет собой зрительную трубу с двумя параллельными нитями в поле зрения, а базой служит переносная рейка с равноотстоящими делениями. Измеряемое дальномером расстояние до базы пропорционально числу делений рейки, видимых в зрительную трубу между нитями. По такому принципу работают многие геодезические инструменты (теодолиты, нивелиры и др.). Относительная погрешность нитяного дальномера — 0,3-1%. Более сложные оптические дальномеры с постоянной базой, построены на принципе совмещения изображений объекта, построенными лучами прошедшими различными оптическими системами дальномера. Совмещение производится с помощью оптического компенсатора, расположенного в одной из оптических систем, а результат измерения прочитывается по специальной шкале. Монокюлярные дальномеры с базой 3-10 см широко применяются в качестве фотографических дальномеров. Погрешность оптических дальномеров с постоянной базой менее 0,1% от измеряемого расстояния.

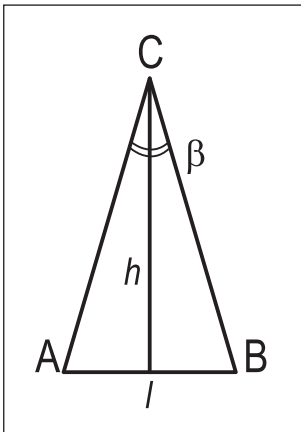


схема 10. Принцип действия дальномера геометрического типа: AB - база, β - параллактический угол, h - измеряемое расстояние.

Принцип действия дальномера физического типа состоит в измерении времени, которое затрачивает посланный дальномером сигнал для прохождения расстояния до объекта и обратно. Способность электромагнитного излучения распространяться с постоянной скоростью дает возможность определять дальность до объекта. Различают импульсный и фазовый методы измерения дальности.

При импульсном методе к объекту посылается зондирующий импульс, который запускает временной счетчик в дальномере. Когда отраженный объектом импульс возвращается к дальномеру, то он останавливает работу счетчика. По временному интервалу (задержке отраженного импульса), с помощью встроенного микропроцессора, определяется расстояние до объекта: $L = ct/2$, где L — расстояние до объекта, c — скорость распространения излучения, t — время прохождения импульса до цели и обратно.

При фазовом методе — излучение модулируется по синусоидальному закону с помощью модулятора (электрооптического кристалла, меняющего свои параметры под воздействием электрического сигнала). Отраженное излучение попадает в фотоприемник, где выделяется модулирующий сигнал. В зависимости от дальности до объекта изменяется фаза отраженного сигнала относительно фазы сигнала в модуляторе. Измеряя разность фаз, измеряется расстояние до объекта.

Самыми распространенными гражданскими электронно-оптическими приборами для измерения дальности являются портативные лазерные дальномеры, с помощью которых можно измерить расстояние до любого предмета на местности, находящегося в прямой видимости, с погрешностью около одного метра. Максимальная дальность определения расстояния индивидуальна для каждой модели, обычно от нескольких сот, до полутора тысяч метров и сильно зависит от типа объекта. Лучше всего производится измерение дальности до крупных объектов с высокой отражающей способностью, хуже всего — до мелких объектов интенсивно поглощающих лазерное излучение. Лазерные дальномеры могут быть выполнены в виде монокуляров или биноклей с увеличением от 2 до 7 крат. Некоторые производители встраивают дальномеры в другие оптические приборы, например в оптические прицелы. В поле зрения дальномера находится специальная метка, которую совмещают с объектом, после чего производится измерение дальности, обычно простым нажатием кнопки. Результат измерения выводится на индикаторную панель, расположенную на корпусе прибора, или отражается в окуляре, что позволяет получить информацию о дальности, не отрывая глаз от дальномера. Многие модели могут отображать результаты измерения в разных метрических единицах (метрах, футах, ярдах).

ПРОЧИЕ ОПТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Стабископы

В биноклях с большим увеличением обычно наблюдается дрожание изображения, что является большим неудобством для пользователей. Причиной дрожания является естественный тремор (мышечное дрожание), дыхание и даже сердцебиение. Изображение постоянно перемещается (прыгает) по сетчатке человеческого глаза, в результате чего резко снижается его способность различать мелкие детали. Избавиться от этого явления можно, установив бинокль на штатив. Однако постоянно носить с собой тяжелый штатив не совсем удобно, к тому же он не поможет в случае, если надо вести наблюдение с движущегося транспортного средства. Более практичным способом является использование наблюдательных приборов со стабилизацией изображения (стабископов). Первые такие приборы использовали гироскопы, обеспечивающие стабильное положение в пространстве визирной оси прибора независимо от угловых колебаний самого прибора. Однако гироскопы долго выходят на рабочий режим (раскручиваются), сильно шумят, много весят, потребляют много энергии, дорого стоят и имеют невысокий срок службы. В настоящее время разработаны и широко применяются иные способы стабилизации изображения. Призмы с переменным углом (VAP) — представляют собой заполненную жидкостью конструкцию из двух стеклянных пластин, соединенных мембраной. Вертикальный угол такой призмы может изменяться с помощью управляемого микропроцессором механизма стабилизации, корректируя направление проходящего через него пучка света спустя тысячные доли секунды после отклонения оптической оси прибора в результате вибрации. В некоторых моделях стабископов вместо призм с переменным углом используются специальные стабилизирующие линзы.

Фотоадаптеры

Специальные устройства, для проведения фото- и видеосъемки с использованием дневных или ночных наблюдательных приборов. Оптические фотоадаптеры позволяют присоединить камеру зеркального фотоаппарата или видеокамеру к зрительной трубе или прибору ночного видения. Для этого у фото- или видеокамеры снимается штатный объектив, на место которого через фотоадаптер устанавливается наблюдательный прибор. Конечно, зрительная труба или прибор ночного видения не являются равноценной заменой фотообъективу и снимки получаются заметно хуже, однако они позволяют производить съемки, которые с помощью обычного объектива или невозможны (ночная съемка), или требуют очень дорогостоящей оптики (съемка сильноудаленных объектов с большим увеличением). Для фото- и видеокамер имеющих несъемный объектив используются фотоадаптеры позволяющие совместить и зафиксировать объектив камеры и окуляр наблюдательного прибора.

© ОПТИЧЕСКИЕ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ
Пособие для продавцов

Составители: Бабич А.Е., Абакумов А.В.
Консультант: Буглак Н.А.

Замечания и предложения присылайте по адресу:
marketing@yukonopticsglobal.com

www.yukonopticsglobal.com

Для внутрислужебного пользования
Распространяется бесплатно